AIR

Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang dan Diklat
KEMENTERIAN AGAMA RI

AIR

Dalam Perspektif
Al-Qur'an dan Sains

Disusun atas kerja sama

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang & Diklat Kementerian Agama RI
dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang & Diklat
Kementerian Agama RI

"Dengan nama Allah yang Maha Pengasih, Maha Penyayang"

AIR
Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Cetakan Pertama, Syawal 1432 H/September 2011 M

Disusun atas kerja sama :
Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang & Diklat Kementerian Agama RI
dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Air dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains
(Tafsir Ilmi)

Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
3 Jilid; 17.5 x 25 cm

Diterbitkan oleh Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dengan biaya DIPA
Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Tahun 2010
Sebanyak: 1000 Eksemplar

ISBN: 978-602-9306-06-4

1. Air dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains I. Judul

Pedoman Transliterasi Arab-Latin

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K
Nomor: 158 Tahun 1987 — Nomor: 0543 b/u/1987

1. Konsonan

No.	Arab	Latin
1.	ا	tidak dilambangkan
2.	ب	b
3.	ت	t
4.	ث	ṡ
5.	ج	j
6.	ح	ḥ
7.	خ	kh
8.	د	d
9.	ذ	ż
10.	ر	r
11.	ز	z
12.	س	s
13.	ش	sy
14.	ص	ṣ
15.	ض	ḍ

No.	Arab	Latin
16.	ط	ṭ
17.	ظ	ẓ
18.	ع	‘
19.	غ	g
20.	ف	f
21.	ق	q
22.	ك	k
23.	ل	l
24.	م	m
25.	ن	n
26.	و	w
27.	هـ	h
28.	ء	'
29.	ي	y

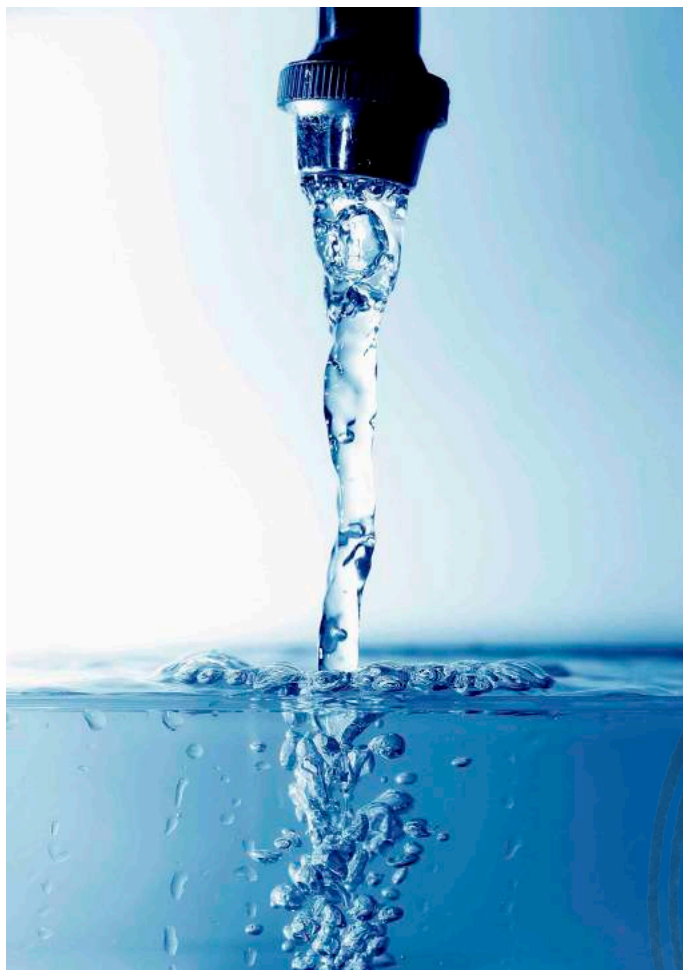
2. Vokal Pendek

ـَ	= a	كَتَبَ	kataba
ـِ	= i	سُئِلَ	su'ila
ـُ	= u	يَذْهَبُ	yażhabu

3. Vokal Panjang

ـَا	= ā	قَالَ	Qāla
ـِى	= ī	قِيْلَ	Qīla
ـُو	= ū	يَقُوْلُ	Yaqūlu

4. Diftong

ـَى	= ai	كَيْفَ	kaifa
ـَوْ	= au	حَوْلَ	ḥaula

SAMBUTAN-SAMBUTAN

Assalamu‘alaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah saya menyambut gembira penerbitan tafsir ayat-ayat kauniyah dalam Al-Qur'an yang disusun oleh Tim Penyusun Tafsir Ilmi Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Al-Qur'an yang diturunkan Allah kepada Nabi Muhammad sejak lima belas abad yang silam telah membuka mata-hati dan pikiran umat manusia terhadap kunci segala ilmu yaitu membaca (*iqra'*). Perintah membaca sebagai wahyu pertama merupakan suatu revolusi ilmu pengetahuan (*scientific revolution*) yang terbesar dalam sejarah peradaban kemanusiaan. Oleh karena itu sungguh menjadi kewajiban bagi umat Islam untuk memahami *sunnatullāh* dan menguasai ilmu pengetahuan yang secara tersurat dan tersirat yang ada di dalam rangkaian ayat-ayat suci Al-Qur'an

Penyusunan Tafsir Ilmi dilakukan berdasarkan masukan dari para ulama dan pakar dari multidisiplin ilmu. Melalui Tafsir Ilmi ini kita diajak untuk mengamati dan memperhatikan alam semesta yang terbentang luas, termasuk mengamati diri sendiri dengan pendekatan teori-teori ilmu pengetahuan yang telah teruji. Keyakinan tauhid tentang keesaan Allah akan semakin kokoh dengan mendalami makna ayat-ayat Al-Qur'an yang menjelaskan kekuasaan-Nya dalam menciptakan dan memelihara keserasian alam semesta.

Dalam dekade perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, ayat-ayat tentang ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an semakin banyak dibuktikan kebenarannya dengan penemuan-penemuan ilmiah yang dipahami secara objektif. Untuk itu mari kita menghadirkan misi Islam yang universal dalam kehidupan masyarakat modern dengan memahami fenomena alam semesta melalui petunjuk-petunjuk Al-Qur'an.

Saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan andilnya dalam penyusunan dan penerbitan Tafsir Ilmi ini. Mudah-mudahan menjadi amal saleh yang bermanfaat guna meningkatkan kualitas pemahaman dan pengamalan Al-Qur'an sebagai bagian integral dari upaya pembangunan karakter bangsa.

Semoga Allah membimbing kita semua untuk dapat memahami ayat-ayat Allah yang terhimpun di dalam Kitab Suci Al-Qur'an dan memahami tanda-tanda kekuasaan-Nya yang terhampar di alam semesta.

Sekian dan terima kasih

Wassalamu‘alaikum Wr.Wb.

Jakarta, Juni 2011

Menteri Agama RI,

Drs. H. Suryadharma Ali, M.Si

SAMBUTAN
KEPALA BADAN LITBANG DAN DIKLAT
KEMENTERIAN AGAMA RI

Bismillāhirraḥmānirraḥīm

Terkait dengan kehidupan beragama, pemerintah menaruh perhatian besar sesuai amanat pasal 29 Undang-Undang Dasar 1945 yang dijabarkan dalam berbagai peraturan perundangan, antara lain Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2010 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2010-2014. Di situ disebutkan, fokus prioritas peningkatan kualitas kehidupan beragama meliputi:

1. Peningkatan kualitas pemahaman dan pengamalan agama;
2. Peningkatan kualitas kerukunan umat beragama;
3. Peningkatan kualitas pelayanan kehidupan beragama; dan
4. Pelaksanaan ibadah haji yang tertib dan lancar.

Salah satu sarana untuk meningkatkan kualitas pemahaman dan pengamalan agama, terutama bagi umat Islam, adalah penyediaan kitab suci Al-Qur'an. Kedudukan Al-Qur'an sebagai kitab suci sangatlah istimewa, di samping merupakan sumber pokok ajaran Islam dan petunjuk hidup (*hudan*), Al-Qur'an juga sarat dengan isyarat-isyarat ilmiah yang menunjukkan kebesaran dan kekuasaan Allah *subḥānahū wa ta'ālā*.

Di dalam Al-Qur'an terdapat kurang lebih 750 hingga 1000 ayat yang mengandung isyarat ilmiah, sementara ayat-ayat hukum hanya sekitar 200 hingga 250 ayat, demikian menurut penelitian Zaglūl an-Najjār, pakar geologi Muslim dari Mesir. Namun demikian kita mewarisi ribuan buku-buku fikih, sementara buku-buku ilmiah masih terbatas jumlahnya, padahal Allah tidak pernah membedakan perintah-Nya untuk memahami ayat-ayat Al-Qur'an. Kalaulah ayat-ayat hukum, muamalat, akhlak, dan akidah merupakan petunjuk bagi manusia untuk mengenal Tuhan dan berperilaku terpuji sesuai petunjuk-Nya, ayat-ayat ilmiah juga merupakan

petunjuk akan keagungan dan kekuasaaan Tuhan di alam raya ini. Dari sini, maka upaya menjelaskan maksud firman Allah yang mengandung isyarat ilmiah yang disebut dengan "*tafsīr ilmī*" menjadi penting, sama pentingnya dengan penjelasan ayat-ayat hukum. Bedanya, *tafsīr ilmī* menyangkut hukum dan fenomena alam, sementara tafsir hukum menyangkut hukum-hukum manusia. Bahkan menurut sementara pakar, *tafsīr ilmī* dapat menjadi "ilmu kalam baru" yang dapat memperteguh keimanan manusia modern khususnya di era ilmu pengetahuan dan teknologi seperti saat ini.

Kalau dulu para ulama menjelaskan ilmu-ilmu tentang ketuhanan yang menjadi objek ilmu kalam dengan pendekatan filosofis, maka pada era modern ini, *tafsīr ilmī* dapat menjadi model baru dalam mengenalkan Tuhan kepada akal manusia modern. Lebih dari itu, melalui pendekatan saintifik terhadap ayat-ayat yang mengandung isyarat ilmiah, buku ini hadir dengan membawa urgensinya sendiri, urgensi yang mewujud dalam bentuk apresiasi Islam terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, sekaligus menjadi bukti bahwa agama dan ilmu pengetahuan tidak saling bertentangan.

Kepada para ulama dan pakar, khususnya dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), dan Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung (ITB) yang telah terlibat dalam penyusunan tafsir tersebut kami menyampaikan penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya. Semoga apa yang telah dihasilkan oleh Tim *tafsīr ilmī* pada tahun 2010 bermanfaat bagi masyarakat Muslim Indonesia dan dicatat dalam timbangan amal salih.

Jakarta, Juni 2011

Kepala Badan Litbang dan Diklat

KEMENTERIAN AGAMA Badan Litbang dan Diklat REPUBLIK INDONESIA

Prof. Dr. H. Abdul Djamil, MA
NIP. 19570414 198203 1 003

SAMBUTAN
KEPALA LAJNAH PENTASHIHAN MUSHAF AL-QUR'AN KEMENTERIAN AGAMA RI

Bismillāhirraḥmānirraḥīm

Sebagai salah satu upaya meningkatkan kualitas pemahaman, penghayatan, dan pengamalan ajaran agama (Al-Qur'an) dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara, Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI pada tahun 2009 telah melaksanakan kegiatan penyusunan *tafsīr ilmī* atau kajian ayat-ayat kauniyah.

Metode yang diterapkan dalam kajian ini hampir sama dengan yang digunakan dalam tafsir tematik, yaitu dengan menghimpun ayat-ayat yang terkait dengan sebuah persoalan dan menganalisisnya sehingga dapat ditemukan pandangan Al-Qur'an yang utuh menyangkut persoalan tersebut. Bedanya, tafsir tematik yang sedang dikembangkan oleh Kementerian Agama saat ini lebih fokus pada persolan akidah, akhlak, ibadah, dan sosial, sementara *tafsīr ilmī* fokus pada kajian saintifik terhadap ayat-ayat kauniyah.

Dalam beberapa tahun terakhir telah terwujud kerja sama yang baik antara Kementerian Agama dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dalam upaya menjelaskan ayat-ayat kauniyah dalam rangka penyempurnaan buku *Al-Qur'an dan Tafsirnya.* Hasil kajian ayat-ayat kauniyah ini dimasukkan ke dalam tafsir tersebut sesuai tempatnya sebagai tambahan penjelasan atas tafsir yang ada, yang disusun berdasarkan urutan mushaf.

Pada kerjasama kali ini, *alḥamdulillāh* dapat menghasilkan beberapa hasil kajian terhadap ayat-ayat kauniyah yang disusun secara tematik, dengan cara menghimpun ayat-ayat yang terkait dengan satu persoalan dan mengkajinya secara komprehensif dengan pendekatan ilmiah. Tema-tema yang dapat diterbitkan pada tahun 2011 yaitu:

1. ***Air dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains,*** dengan pembahasan: 1) Pendahuluan; 2) Eksistensi Air; 3) Distribusi Air; 4) Manfaat Air; 5) Bencana Akibat Air; Pencegahan Krisis Air; 6) Penutup.

2. ***Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains,*** dengan pembahasan: 1) Pendahuluan; 2) Tumbuhan dalam Bahasan Al-Qur'an; 3) Proses dan Perikehidupan pada Tumbuhan; 4) Perkembangan Pertanian dan Peradaban Manusia; 5) Bioetika terhadap Tumbuhan; 6) Penutup.
3. ***Kiamat dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains,*** dengan pembahasan: 1) Pendahuluan; 2) Pengenalan Umum tentang Kiamat; 3) Tanda-tanda Datangnya Kiamat; 4) Proses Terjadinya Kiamat; 5) Penutup.

Tim kajian ayat-ayat kauniyah terdiri atas para pakar dengan latar belakang keilmuan yang berbeda dan dapat dibedakan dalam dua kategori besar. *Pertama*, mereka yang menguasai persoalan kebahasaan Al-Qur'an dan hal-hal lain yang terkait dengan penafsiran, seperti *asbābun-nuzūl, munāsabātul-āyāt*, riwayat-riwayat dalam penafsiran dan ilmu-ilmu keislaman lainnya; *Kedua*, mereka yang menguasai persoalan-persoalan saintifik, seperti fisika, kimia, biologi, astronomi, dan lainnya. Yang pertama dapat disebut sebagai tim syar‘i, dan yang kedua dapat disebut dengan tim kauni. Keduanya bersinergi dalam bentuk *ijtihād jamā‘ī* (ijtihad kolektif) untuk menjelaskan ayat-ayat kauniyah dalam Al-Qur'an. Tim penyusun *tafsīr ilmī* tahun 2010 terdiri :

No.	Nama	Jabatan
1.	Kepala Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.	Pengarah
2.	Kepala Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an	Pengarah
3.	Prof. Dr. H. Hery Harjono	Ketua
4.	Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA.	Wakil Ketua
5.	Dr. H. Muhammad Hisyam	Sekretaris
6.	Prof. Dr. Arie Budiman	Anggota
7.	Prof. Dr. Syamsul Farid Ruskanda (Alm.)	Anggota
8.	Prof. Dr. H. Hamdani Anwar, MA.	Anggota
9.	Prof. Dr. H. Syibli Sardjaya, LML.	Anggota
10.	Prof. Dr. Thomas Djamaluddin	Anggota
11.	Prof. Dr. H. Darwis Hude, M.Si.	Anggota
12.	Dr. H. Mudji Raharto	Anggota
13.	Dr. H. Soemanto Imam Khasani	Anggota
14.	Dr. Hoemam Rozie Sahil	Anggota
15.	Dr. A. Rahman Djuwansyah	Anggota
16.	Ir. Dudi Hidayat, M.Sc.	Anggota
17.	Abdul Aziz Sidqi, M.Ag.	Anggota

Staf Sekretariat :

18. Dra. Endang Tjempakasari, M.Lib.
19. M. Musaddad, S.Th.I
20. Zarkasi, MA.
21. Sholeh, S.Ag.

Narasumber tetap dalam kajian tersebut adalah Prof. Dr. H. Umar Anggara Jenie, Apt. M.Sc, Prof. Dr. M. Quraish Shihab, MA., Dr. H. Ahsin Sakho Muhammad, MA., dan Prof. Dr. dr. M. Kamil Tajudin, Sp.And..

Mengingat kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan yang sangat cepat dan menuntut pemahaman yang komprehensif tentang ayat-ayat Al-Qur'an, maka kami berharap kegiatan penyusunan *tafsīr ilmī* ini dapat berlanjut seiring dengan dinamika yang terjadi dalam masyarakat.

Akhirnya, kami menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Menteri Agama yang telah memberikan petunjuk dan dukungan yang besar bagi penyusunan *tafsīr ilmī* ini. Demikian juga kami sampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Kepala Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama, Prof. Dr. H. Abdul Djamil, MA. atas saran-saran dan dukungan yang diberikan bagi terlaksananya tugas ini. Penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada para ulama dan pakar, khususnya dari Lembaga Ilmu Pengtahuan Indonesia (LIPI), Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), dan Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung (ITB) yang telah terlibat dalam penyusunan *tafsīr ilmī* ini. Semoga apa yang telah dihasilkan oleh Tim *tafsīr ilmī* pada tahun 2010 bermanfaat bagi masyarakat Muslim Indonesia dan dicatat dalam timbangan amal saleh.

Jakarta, Juni 2011
Kepala Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an

Drs. H. Muhammad Shohib, MA
NIP. 19540709 198603 1 002

SAMBUTAN
KEPALA LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

Bismillāhirraḥmānirraḥīm

Dengan memuji syukur ke hadirat Allah saya menyambut baik terbitnya 3 (tiga) buku Tafsir Ilmi yang masing-masing berjudul *Air dalam perspektif Al-Qur'an dan Sains*, *Tumbuhan dalam perspektif Al-Qur'an dan Sains*, dan *Kiamat dalam perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Ketiga buku ini merupakan hasil kerja para ilmuwan bekerja sama dengan para agamawan di bawah prakarsa Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat, Kementerian Agama RI bersama Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Kami percaya bahwa buku semacam ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat dan bangsa kita yang sedang giat membangun, untuk mencapai persamaan dengan negara-negara maju. Sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) sangat dibutuhkan dalam setiap kerja membangun bangsa mencapai kejayaannya.

Kemajuan iptek yang terjadi sejak beberapa dasawarsa lalu telah mengantarkan kehidupan kita menjadi serba lebih mudah, lebih cepat dan lebih efisien. Pengaruh dari kemajuan iptek terhadap kehidupan manusia dan masyarakat begitu kompleks dan luas spektrumnya, serta meliputi dua arah, yang positif sekaligus yang negatif. Globalisasi sebagai konsekuensi dari kemajuan iptek itu membuahkan berbagai implikasi yang juga sangat luas pada semua aspek kehidupan manusia dan bangsa-bangsa di seluruh dunia.

Dalam percaturan dunia yang ditandai oleh sikap dan gaya hidup global yang serba duniawi, peranan agama menjadi semakin terasa penting, sebagai pengendali kehidupan manusia. Agama memberi landasan moral dan etik bagi bangsa Indonesia yang religius dalam mengarungi kehidupan masa kini dan masa yang akan datang. Bagi umat Islam kesadaran akan iman dan kemajuan iptek sangat terkait dengan Al-Qur'an. Sebagai wahyu Ilahi yang diyakini oleh umat Islam, Al-Qur'an tidak hanya memberi pedoman untuk berperilaku duniawi dan rohani, dalam rangka memperoleh dan mencapai kehidupan ukhrawi yang sejahtera, tetapi juga mendorong, memotivasi dan memberi arah dalam meniti

kemajuan di bidang iptek. Bukan rahasia lagi bahwa isi kandungan Al-Qur'an memuat begitu banyak pernyataan dan isyarat yang bukan saja mendorong umat Islam untuk melakukan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga menunjukkan secara eksplisit maupun implisit hukum dan keteraturan alam semesta dan ketentuan-ketentuan Allah yang bersifat absolut yang perlu dipelajari dan dibuktikan secara ilmiah. Umat Islam meyakini akan adanya kesejajaran yang pasti antara Al-Qur'an dan alam semesta sebagai kebenaran Qur'ani dan kauni.

Al-Qur'an adalah mukjizat abadi. Ia tidak saja mukjiz terhadap orang kafir pada masa hidup Muhammad dan ketika Al-Qur'an diturunkan, melainkan mukjiz hingga akhir zaman. Keindahan kalimat, struktur pernyataan, dan substansi pesan Al-Qur'an adalah mukjizat. Mukjizat yang lain adalah mukjizat ilmiah, pemberitaan Al-Qur'an tentang hakikat sesuatu yang pada zaman Nabi belum dapat terungkap karena keterbatasan sarana ilmiah dan kesederhanaan cara berpikir manusia pada saat itu, dan pada masa sekarang telah dapat diungkap kebenarannya oleh ilmu pengetahuan. Dalam rangka memahami mukjizat ilmiah itu, penelitian dan eksperimen-eksperimen dilakukan tanpa henti, sampai rahasia mukjizat ilmiah itu dapat dijelaskan secara empiris dan terbukti kebenarannya. Buku yang hadir di hadapan sidang pembaca sekalian ini adalah tafsir ilmiah, yakni upaya menemukan pemahaman terhadap arti ayat-ayat Al-Qur'an ditinjau validitasnya dari ilmu pengetahuan. Dari itu maka tampaklah cakupan Al-Qur'an pada realitas alam yang diterangkan oleh pengertian ayat tersebut, dan manusia menyaksikan kebenarannya dalam fenomena alam.

Mengakhiri sambutan ini, perkenankan kami mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Kepala Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI dan Kepala Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat, Kementerian Agama RI yang telah memprakasai dan bekerja sama dalam penafsiran ini. Kami juga ingin memberikan penghargaan yang tinggi serta terima kasih yang dalam kepada seluruh Tim Pelaksana yang terdiri dari Prof. Dr. H. Umar Anggara Jenie, Apt. M.Sc., Prof. Dr. M. Quraish Shihab, MA., Prof. Dr. dr. M. Kamil Tajudin, Sp.And., Dr. H. Ahsin Sakho Muhammad, MA, Prof. Dr. H. Hery Harjono, Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA., Dr. H. Muhammad Hisyam, Prof. Dr. Arie Budiman, Dr. H. Mudji Raharto, Prof. Dr. H. Soemanto Imam Khasani,

Prof. Dr. Syamsul Farid Ruskanda, Prof. Dr. Hamdani Anwar, Prof. Dr. Syibli Syardjaya, LML., Prof. Dr. H. Darwis Hude, M.Si., Ir. Hoemam Rozie Sahil, Dr. A. Rahman Djuwansyah, Prof. Dr. Thomas Djamaluddin, Ir. Dudi Hidayat,M.Sc., H. Abdul Aziz Sidqi, M.Ag. Tak lupa ucapan terima kasih kepada staf sekretariat yang terdiri dari Dra. Endang Tjempakasari, M.Lib., Muhammad Musadad, S.Th.I., H. Zarkasi, MA., dan Sholeh, S.Ag.

Akhirnya, kami berharap kiranya kerjasama yang telah dimulai sejak tahun 2005 ini dapat berkembang lebih jauh terutama untuk mengangkat umat Islam khususnya di Indonesia mengambil peran dalam pengembangan sains dan teknologi. Tak lupa kami berdoa kiranya pekerjaan mulia saudara-saudara kita ini dicatat sebagai amal saleh yang mendapat ganjaran lebih besar dari kadar kerja yang telah dilakukannya dengan ikhlas.

Jakarta, Juni 2011
Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Prof. Dr. Lukman Hakim
NIP. 195309231982031001

MEMAHAMI ISYARAT-ISYARAT ILMIAH AL-QUR'AN; SEBUAH PENGANTAR

Al-Qur'an, kitab suci yang berisikan ayat-ayat *tanzīliyah*, mempunyai fungsi utama sebagai petunjuk bagi seluruh umat manusia baik dalam hubungannya dengan Tuhan, manusia, maupun alam raya. Dengan begitu, yang dipaparkan Al-Qur'an tidak hanya masalah-masalah kepercayaan (akidah), hukum, ataupun pesan-pesan moral, tetapi juga di dalamnya terdapat petunjuk memahami rahasia-rahasia alam raya. Di samping itu, ia juga berfungsi untuk membuktikan kebenaran Nabi Muhammad. Dalam beberapa kesempatan, Al-Qur'an menantang siapa pun yang meragukannya untuk menyusun dan mendatangkan "semacam"

Al-Qur'an secara keseluruhan (aṭ-Ṭūr/52: 35), atau sepuluh surah yang semacamnya (Hūd/11: 13), atau satu surah saja (Yūnus/10: 38), atau sesuatu yang "seperti", atau kurang lebih, "sama" dengan satu surah darinya (al-Baqarah/2: 23). Dari sini muncul usaha-usaha untuk memperlihatkan berbagai dimensi Al-Qur'an yang dapat menaklukkan siapa pun yang meragukannya, sehingga kebenaran bahwa ia bukan tutur kata manusia menjadi tak terbantahkan. Inilah yang disebut *i'jāz*. Karena berwujud teks bahasa yang baru dapat bermakna setelah dipahami, usaha-usaha dalam memahami dan menemukan rahasia Al-Qur'an menjadi bervariasi sesuai dengan latar belakang yang memahaminya. Setiap orang dapat menangkap pesan dan kesan yang berbeda dari lainnya. Seorang pakar bahasa akan mempunyai kesan yang berbeda dengan yang ditangkap oleh seorang ilmuwan. Demikian Al-Qur'an menyuguhkan hidangannya untuk dinikmati dan disantap oleh semua orang di sepanjang zaman.

A. AL-QUR'AN DAN ILMU PENGETAHUAN

Berbicara tentang Al-Qur'an dan ilmu pengetahuan, kita sering dihadapkan pada pertanyaan klasik: adakah kesesuaian antara keduanya atau sebaliknya, bertentangan? Untuk menjawab pertanyaan ini ada baiknya dicermati bersama ungkapan seorang ilmuwan modern, Einstein, berikut, "Tiada ketenangan dan keindahan yang dapat dirasakan hati melebihi saat-saat ketika memerhatikan keindahan rahasia alam raya. Sekalipun rahasia itu tidak terungkap, tetapi di balik itu ada rahasia yang dirasa lebih indah lagi, melebihi segalanya, dan jauh di atas bayang-bayang akal kita. Menemukan rahasia dan merasakan keindahan ini tidak lain adalah esensi dari bentuk penghambaan."

Dari kutipan ini, agaknya Einstein ingin menunjukkan bahwa ilmu yang sejati adalah yang dapat mendatangkan kepuasan dan kebahagiaan jiwa dengan bertemu dan merasakan kehadiran Sang Pencipta melalui wujud alam raya. Memang, dengan mengamati sejarah ilmu dan agama, ditemukan beberapa kesesuaian antara keduanya, antara lain dari segi tujuan, sumber, dan cara mencapai tujuan tersebut. Bahkan, keduanya telah mulai beriringan sejak penciptaan manusia pertama. Beberapa studi menunjukkan bahwa hakikat keberagamaan muncul dalam jiwa manusia sejak ia mulai bertanya tentang hakikat penciptaan (al-Baqarah/2: 30-38).[1]

1. 'Abdur-Razzāq Naufal, *Bayna ad-Dīn wal-'Ilm,* h. 42; A. Karīm Khaṭīb, *Allāh Żātan wa Maudū'an,* h. 6.

Lantas mengapa sejarah agama dan ilmu pengetahuan diwarnai dengan pertentangan? Diakui, di samping memiliki kesamaan, agama dan ilmu pengetahuan juga mempunyai objek dan wilayah yang berbeda. Agama (Al-Qur'an) mengajarkan bahwa selain alam materi (fisik) yang menuntut manusia melakukan eksperimen, objek ilmu juga mencakup realitas lain di luar jangkauan panca indera (metafisik) yang tidak dapat diobservasi dan diuji coba. Allah berfirman, *"Maka Aku bersumpah demi apa yang dapat kamu lihat dan demi apa yang tidak kamu lihat."* (al-Hāqqah/69: 38). Untuk yang bersifat empiris, memang dibuka ruang untuk menguji dan mencoba (al-'Ankabūt/29: 20). Namun demikian, seorang ilmuwan tidak diperkenankan mengatasnamakan ilmu untuk menolak "apa-apa" yang non-empiris (metafisik), sebab di wilayah ini Al-Qur'an telah menyatakan keterbatasan ilmu manusia (al-Isrā'/17: 85) sehingga diperlukan keimanan. Kerancuan terjadi manakala ilmuwan dan agamawan tidak memahami objek dan wilayahnya masing-masing.

Kalau saja pertikaian antara ilmuwan dan agamawan di Eropa pada abad pertengahan (sampai abad ke-18) tidak merebak ke dunia Islam, mungkin umat Islam tidak akan mengenal pertentangan antara agama dan ilmu pengetahuan. Perbedaan memang tidak seharusnya membawa kepada pertentangan dan perpecahan. Keduanya bisa saling membantu untuk mencapai tujuan. Bahkan, keilmuan yang matang justru akan membawa kepada sikap keberagamaan yang tinggi (Fāṭir/35: 27).

Sejarah cukup menjadi saksi bahwa ahli-ahli falak, kedokteran, ilmu pasti dan lain-lain telah mencapai hasil yang mengagumkan di masa kejayaan Islam. Di saat yang sama mereka menjalankan kewajiban agama dengan baik, bahkan juga ahli di bidang agama. Maka amatlah tepat apa yang dikemukakan Maurice Bucaille, seorang ilmuwan Perancis terkemuka, dalam bukunya *Al-Qur'an, Bibel, dan Sains Modern,* bahwa tidak ada satu ayat pun dalam Al-Qur'an yang bertentangan dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Inilah kiranya yang menyebabkan besarnya perhatian para sarjana untuk mengetahui lebih jauh model penafsiran Al-Qur'an dengan pendekatan ilmu pengetahuan.

B. APA DAN MENGAPA TAFSIR ILMI?

Setiap Muslim wajib mempelajari dan memahami Al-Qur'an. Seorang Muslim diperintah Al-Qur'an untuk tidak beRiman secara membabi-buta

(taqlīd), tetapi dengan mempergunakan akal pikiran. Al-Qur'an mengajak umat manusia untuk terus berdialog dengannya di sepanjang masa. Semua kalangan dengan segala keragamannya diundang untuk mencicipi hidangannya, hingga wajar jika kesan yang diperoleh pun berbeda-beda. Ada yang terkesan dengan kisah-kisahnya seperti aṡ-Ṡa‘labī dan al-Khāzin; ada yang memerhatikan persoalan bahasa dan retorikanya seperti az-Zamakhsyarī; atau hukum-hukum seperti al-Qurṭubī. Masing-masing mempunyai kesan yang berbeda sesuai kecenderungan dan suasana yang melingkupinya.

Ketika gelombang Hellenisme masuk ke dunia Islam melalui penerjemahan buku-buku ilmiah pada masa Dinasti ‘Abbasiyah, khususnya pada masa Pemerintahan Khalifah al-Makmūn (w. 853 M), muncullah kecenderungan menafsirkan Al-Qur'an dengan teori-teori ilmu pengetahuan atau yang kemudian dikenal sebagi tafsir ilmi. *Mafātihul-Gaib,* karya ar-Rāzī, dapat dibilang sebagai tafsir yang pertama memuat secara panjang lebar penafsiran ilmiah terhadap ayat-ayat Al-Qur'an.[2]

Tafsir ilmi merupakan sebuah upaya memahami ayat-ayat Al-Qur'an yang mengandung isyarat ilmiah dari perspektif ilmu pengetahuan modern. Menurut Husain aż-Żahabī, tafsir ini membahas istilah-istilah ilmu pengetahuan dalam penuturan ayat-ayat Al-Qur'an, serta berusaha menggali dimensi keilmuan dan menyingkap rahasia kemukjizatannya terkait informasi-informasi sains yang mungkin belum dikenal manusia pada masa turunnya sehingga menjadi bukti kebenaran bahwa Al-Qur'an bukan karangan manusia, namun wahyu Sang Pencipta dan Pemilik alam raya.

Di era modern tafsir ilmi semakin populer dan meluas. Fenomena ini setidaknya dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut.

Pertama, pengaruh kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan Barat (Eropa) terhadap dunia Arab dan kawasan Muslim. Terlebih pada paruh kedua abad kesembilan belas sebagian besar dunia Islam berada di bawah kekuasaan Eropa. Hegemoni Eropa atas kawasan Arab dan Muslim ini hanya dimungkinkan oleh superioritas teknologi. Bagi seorang Muslim, membaca tafsir Al-Qur'an bahwa persenjataan dan teknik-

2. Sedemikian banyaknya persoalan ilmiah dan logika yang disinggung, Ibnu Taimiyah berkata, “Di dalam tafsirnya terdapat segala sesuatu kecuali tafsir”. Sebuah penilaian dari pengikut setia Hanābilah (pengikut Ahmad bin Hanbal), terhadap ar-Rāzī yang diketahui sangat getol dalam mendebat kelompok tersebut. Berbeda dengan itu, Tājuddīn as-Subkī berkomentar, “Di dalamnya terdapat segala sesuatu, plus tafsir”. Lihat: Fakhruddīn ar-Rāzī, Fathullāh Khalīf, h. 13.

teknik asing yang memungkinkan orang-orang Eropa menguasai umat Islam sebenarnya telah disebut dan diramalkan di dalam Al-Qur'an, bisa menjadi pelipur lara.[3] Inilah yang diungkapkan M. Quraish Shihab sebagai kompensasi perasaan *inferiority complex* (perasaan rendah diri).[4] Lebih lanjut Quraish menulis, "Tidak dapat diingkari bahwa mengingat kejayaan lama merupakan obat bius yang dapat meredakan sakit, meredakan untuk sementara, tetapi bukan menyembuhkannya."[5]

Kedua, munculnya kesadaran untuk membangun rumah baru bagi peradaban Islam setelah mengalami dualisme budaya yang tecermin pada sikap dan pemikiran. Dualisme ini melahirkan sikap kontradiktif antara mengenang kejayaan masa lalu dan keinginan memperbaiki diri, dengan kekaguman terha-dap peradaban Barat yang hanya dapat diambil sisi materinya saja. Sehingga yang terjadi adalah budaya di kawasan Muslim "berhati Islam, tetapi berbaju Barat". Tafsir ilmi pada hakikatnya ingin membangun kesatuan budaya melalui pola hubungan harmonis antara Al-Qur'an dan pengetahuan modern yang menjadi simbol peradaban Barat.[6] Di saat yang sama, para penggagas tafsir ini ingin menunjukkan pada masyarakat dunia bahwa Islam tidak mengenal pertentangan antara agama dan ilmu pengetahuan seperti yang terjadi di Eropa pada Abad Pertengahan yang mengakibatkan para ilmuwan menjadi korban hasil penemuannya.

Ketiga, perubahan cara pandang Muslim modern terhadap ayat-ayat Al-Qur'an, terutama dengan munculnya penemuan-penemuan ilmiah modern pada abad ke-20. Memang Al-Qur'an mampu berdialog dengan siapa pun dan kapan pun. Ungkapannya singkat tapi padat, dan membuka ragam penafsiran. Misalnya, kata *lamūsi'ūn* pada Surah az-Zāriyāt/51: 47, *"Dan langit itu Kami bangun dengan kekuasaan (Kami), dan sesungguhnya Kami benar-benar meluaskan(nya)"*, dalam karya-karya tafsir klasik ada yang menafsirkannya dengan "meluaskan rezeki semua makhluk dengan perantara hujan"; ada yang mengartikan "berkemampuan menciptakan lebih dari itu"; dan ada pula yang mengartikan "meluaskan jarak antara langit dan bumi".[7] Penafsiran ini didasari atas pandangan kasat mata dalam suasana yang sangat terbatas dalam bidang ilmu pengetahuan.

3. Jansen, *Diskursus Tafsir al-Qur'an Modern,* h. 67.
4. M. Quraish Shihab, *Membumikan al-Qur'an,* h. 53.
5. M. Quraish Shihab, *Membumikan al-Qur'an,* h. 53.
6. M. Effat Syarqawi, *Qadāyā Insāniyah fī A'māl al-Mufassirīn,* h. 88.
7. Lihat misalnya: aṭ-Ṭabarsī, *Tafsīr Majma' al-Bayān,* 9/203.

Boleh jadi semuanya benar. Seiring ditemukannya penemuan ilmiah baru, seorang Muslim modern melihat ada tafsiran yang lebih jauh dari sekadar yang dikemukakan para pendahulu. Dari hasil penelitian luar angkasa, para ahli menyimpulkan sebuah teori yang dapat dikatakan sebagai hakikat ilmiah, yaitu *nebula* yang berada di luar galaksi tempat kita tinggal terus menjauh dengan kecepatan yang berbeda-beda, bahkan benda-benda langit yang ada dalam satu galaksi pun saling menjauh satu dengan lainnya, dan ini terus berlanjut sampai dengan waktu yang ditentukan oleh Sang Mahakuasa.[8]

Keempat, tumbuhnya kesadaran bahwa memahami Al-Qur'an dengan pendekatan sains modern bisa menjadi sebuah 'Ilmu Kalam Baru'. Kalau dulu ajaran Al-Qur'an diperkenalkan dengan pendekatan logika/ filsafat sehingga menghasilkan ratusan bahkan ribuan karya ilmu kalam, sudah saatnya pendekatan ilmiah/ saintifik menjadi alternatif. Di dalam Al-Qur'an terdapat kurang lebih 750–1000 ayat kauniyah, sementara ayat-ayat hukum hanya sekitar 250 ayat.[9] Lalu mengapa kita mewarisi ribuan buku fikih, sementara buku-buku ilmiah hanya beberapa gelintir saja, padahal Tuhan tidak pernah membedakan perintah-Nya untuk memahami ayat-ayat Al-Qur'an. Kalaulah ayat-ayat hukum, muamalat, akhlak dan akidah merupakan 'petunjuk' bagi manusia untuk mengenal dan mencontoh perilaku Tuhan, bukankah ayat-ayat ilmiah juga petunjuk akan keagungan dan kekuasaaan Tuhan di alam raya ini?

C. PRO-KONTRA TAFSIR ILMI

Model tafsir ilmi sudah lama diperdebatkan para ulama, mulai dari ulama klasik sampai ahli-ahli keislaman di abad modern. Al-Gazālī, ar-Rāzī, al-Mursī, dan as-Suyūṭī dapat dikelompokkan sebagai ulama yang mendukung tafsir ini. Berseberangan dengan mereka, asy-Syāṭibī menentang keras penafsiran model seperti ini. Dalam barisan tokoh-tokoh modern, para pendukung tafsir ini seperti, Muhammad 'Abduh, Ṭanṭāwī Jauharī, Hanafī Ahmad berseberangan dengan tokoh-tokoh seperti Mahmūd Syaltūt, Amīn al-Khūlī, dan 'Abbās 'Aqqād.

Mereka yang berkeberatan dengan model tafsir ilmi berargumentasi antara lain dengan melihat:

8. Kementerian Wakaf Mesir, *Tafsīr al-Muntakhab,* h. 774.
9. Wawancara Zaglūl an-Najjār dengan Majalah Tasawuf Mesir, Edisi Mei 2001.

1. *Kerapuhan filologisnya*

Al-Qur'an diturunkan kepada bangsa Arab dalam bahasa ibu mereka, karenanya ia tidak memuat sesuatu yang mereka tidak mampu memahaminya. Para sahabat tentu lebih mengetahui Al-Qur'an dan apa yang tercantum di dalamnya, tetapi tidak seorang pun di antara mereka menyatakan bahwa Al-Qur'an mencakup seluruh cabang ilmu pengetahuan.

2. *Kerapuhannya secara teologis*

Al-Qur'an diturunkan sebagai petunjuk yang membawa pesan etis dan keaga-maan; hukum, akhlak, muamalat, dan akidah. Ia berkaitan dengan pandangan manusia mengenai hidup, bukan dengan teori-teori ilmiah. Ia buku petunjuk dan bukan buku ilmu pengetahuan. Adapun isyarat-isyarat ilmiah yang terkandung di dalamnya dikemukakan dalam konteks petunjuk, bukan menjelaskan teori-teori baru.

3. *Kerapuhannya secara logika*

Di antara ciri ilmu pengetahuan adalah bahwa ia tidak mengenal kata ‘kekal’. Apa yang dikatakan sebagai *natural law* tidak lain hanyalah sekumpulan teori dan hipotesis yang sewaktu-waktu bisa berubah. Apa yang dianggap salah di masa silam, misalnya, boleh jadi diakui kebenarannya di abad modern. Ini menunjukkan bahwa produk-produk ilmu pengetahuan pada hakikatnya relatif dan subjektif. Jika demikian, patutkah seseorang menafsirkan yang kekal dan absolut dengan sesuatu yang tidak kekal dan relatif? Relakah kita mengubah arti ayat-ayat Al-Qur'an sesuai dengan perubahan atau teori ilmiah yang tidak atau belum mapan itu?[10]

Ketiga argumentasi di atas agaknya yang paling populer dikemukakan untuk menolak tafsir ilmi. Pengantar ini tidak ingin mendiskusikannya dengan menghadapkannya kepada argumentasi kelompok yang mendukung. Kedua belah pihak boleh jadi sama benarnya. Karenanya, tidak produktif jika terus mengkonfrontasikan keduanya. Yang dibutuhkan adalah formula kompromistik untuk lebih mengembangkan misi dakwah Islam di tengah kemajuan ilmu pengetahuan.

Diakui bahwa ilmu pengetahuan itu relatif; yang sekarang benar, bisa jadi besok salah. Tetapi, bukankah itu ciri dari semua hasil budi daya

10. As-Syāṭibī, *al-Muwāfaqāt*, 2/46; Amīn al-Khūlī, *Manāhij Tajdīd,* h. 219.

manusia, sehingga di dunia tidak ada yang absolut kecuali Tuhan? Ini bisa dipahami karena hasil pikiran manusia yang berupa *acquired knowledge* (ilmu yang dicari) juga mempunyai sifat atau ciri akumulatif. Ini berarti, dari masa ke masa ilmu akan saling melengkapi, sehingga ia akan selalu berubah. Di sini manusia diminta untuk selalu berijtihad dalam rangka menemukan kebenaran. Apa yang telah dilakukan para ahli hukum (fukaha), teologi, dan etika di masa silam dalam memahami ayat-ayat Al-Qur'an merupakan ijtihad baik, sama halnya dengan usaha mema-hami isyarat-isyarat ilmiah dengan penemuan modern. Yang diperlukan adalah kehati-hatian dan kerendahan hati. Tafsir, apa pun bentuknya, hanyalah sebuah upaya manusia yang terbatas untuk memahami maksud kalam Tuhan yang tidak terbatas. Kekeliruan dalam penafsiran sangat mungkin terjadi, dan tidak akan mengurangi kesucian Al-Qur'an. Tetapi kekeliruan dapat diminimalisasi atau dihindari dengan memperhatikan kaidah-kaidah yang ditetapkan oleh para ulama.

D. PRINSIP DASAR DALAM PENYUSUNAN TAFSIR ILMI

Dalam upaya menjaga kesucian Al-Qur'an para ulama merumuskan bebe-rapa prinsip dasar yang sepatutnya diperhatikan dalam menyusun sebuah tafsir ilmi, antara lain:[11]

1. Memperhatikan arti dan kaidah-kaidah kebahasaan. Tidak sepatutnya kata *"ṭayran"* dalam Surah al-Fīl/105: 3, *"Dan Dia turunkan kepada mereka Burung Ababil"* ditafsirkan sebagai kuman seperti dikemukakan oleh Muḥammad 'Abduh dalam *Tafsīr Juz 'Amma*-nya. Secara bahasa itu tidak dimungkinkan, dan maknanya menjadi tidak tepat, sebab akan bermakna, "dan Dia mengirimkan kepada mereka kuman-kuman yang melempari mereka dengan batu ......".
2. Memperhatikan konteks ayat yang ditafsirkan, sebab ayat-ayat dan su-rah Al-Qur'an, bahkan kata dan kalimatnya, saling berkorelasi. Mema-hami ayat-ayat Al-Qur'an harus dilakukan secara komprehensif, tidak parsial.
3. Memperhatikan hasil-hasil penafsiran dari Rasulullah *ṣalallāhu 'alaihi wa sallam* selaku pemegang otoritas tertinggi, para sahabat, tabiin, dan para ulama tafsir, terutama yang menyangkut ayat yang akan dipaha-

11. Poin-poin prinsip ini disimpulkan dari ketetapan Lembaga Pengembangan I'jāz Al-Qur'an dan Sunnah, Rābiṭah 'Ālam Islāmī di Mekah dan lembaga serupa di Mesir (Lihat wawancara Zaglūl dalam Majalah Tasawuf Mesir Edisi Mei 2001 dan *al-Kaun wal-I'jāz al-'Ilmī fīl-Qur'ān* karya Mansour Hasab an-Nabī, Ketua Lembaga I'jāz Mesir)

minya. Selain itu, penting juga memahami ilmu-ilmu Al-Qur'an lainnya seperti *nāsikh-mansūkh, asbābun-nuzūl,* dan sebagainya.

4. Tidak menggunakan ayat-ayat yang mengandung isyarat ilmiah untuk menghukumi benar atau salahnya sebuah hasil penemuan ilmiah. Al-Qur'an mempunyai fungsi yang jauh lebih besar dari sekadar membenarkan atau menyalahkan teori-teori ilmiah.
5. Memperhatikan kemungkinan satu kata atau ungkapan mengandung sekian makna, kendatipun kemungkinan makna itu sedikit jauh (lemah), seperti dikemukakan pakar bahasa Arab, Ibnu Jinnī dalam kitab *al-Khaṣā'iṣ* (2/488). Al-Gamrawī, seorang pakar tafsir ilmiah Al-Qur'an Mesir, mengatakan, "Penafsiran Al-Qur'an hendaknya tidak terpaku pada satu makna. Selama ungkapan itu mengandung berbagai kemungkinan dan dibenarkan secara bahasa, maka boleh jadi itulah yang dimaksud Tuhan".[12]
6. Untuk bisa memahami isyarat-isyarat ilmiah hendaknya memahami betul segala sesuatu yang menyangkut objek bahasan ayat, termasuk penemuan-penemuan ilmiah yang berkaitan dengannya. M. Quraish Shihab mengatakan, "...sebab-sebab kekeliruan dalam memahami atau menafsirkan ayat-ayat Al-Qur'an antara lain adalah kelemahan dalam bidang bahasa serta kedangkalan pengetahuan menyangkut objek bahasan ayat".
7. Sebagian ulama menyarankan agar tidak menggunakan penemuan-penemuan ilmiah yang masih bersifat teori dan hipotesis, sehingga dapat berubah. Sebab teori tidak lain adalah hasil sebuah "pukul rata" terhadap gejala alam yang terjadi. Begitupula hipotesis, masih dalam taraf uji coba kebenarannya. Yang digunakan hanyalah yang telah mencapai tingkat hakikat kebenaran ilmiah yang tidak bisa ditolak lagi oleh akal manusia. Sebagian lain mengatakan, sebagai sebuah penafsiran yang dilakukan berdasar kemampuan manusia, teori dan hipotesis bisa saja digunakan di dalamnya, tetapi dengan keyakinan kebenaran Al-Qur'an bersifat mutlak sedangkan penafsiran itu relatif, bisa benar dan bisa salah.

Penyusunan Tafsir Ilmi dilakukan melalui serangkaian kajian yang dilakukan secara kolektif dengan melibatkan para ulama dan ilmuwan, baik dari Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, LIPI, LAPAN, Observa-

12. *Al-Islām fī 'Aṣr al-'Ilm,* h. 294.

torium Bosscha, dan beberapa perguruan tinggi. Para ulama, akademisi, dan peneliti yang terlibat dibagi dalam dua tim; *syar'i* dan *kauni*. Tim syar'i bertugas melakukan kajian dalam perspektif ilmu-ilmu keislaman dan bahasa Arab, sedang tim kauni melakukan kajian dalam perspektif ilmu pengetahuan.

Kajian tafsir ilmi tidak dalam kerangka menjastifikasi kebenaran temuan ilmiah dengan ayat-ayat Al-Qur'an. Juga tidak untuk memaksakan penafsiran ayat-ayat Al-Qur'an hingga seolah-olah berkesesuaian dengan temuan ilmu pengetahuan. Kajian tafsir ilmi berangkat dari kesadaran bahwa Al-Qur'an bersifat mutlak, sedang penafsirannya, baik dalam perspektif tafsir maupun ilmu pengetahuan, bersifat relatif.

Akhirnya, segala upaya manusia tidak lain hanyalah setitik jalan untuk menemukan kebenaran yang absolut. Untuk itu, segala bentuk kerja sama yang baik sangat diperlukan, terutama antara ahli-ahli di bidang ilmu pengetahuan dan para ahli di bidang agama, dalam mewujudkan pemahaman Al-Qur'an yang baik.[]

Jakarta, Juli 2011

Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA
NIP. 19710818 200003 1 001

DAFTAR ISI

BAB I

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya di muka bumi. Seperti halnya oksigen, pentingnya peran air seringkali tidak disadari karena pada umumnya air merupakan barang yang mudah didapat di alam dan tersedia dalam jumlah yang melimpah. Vitalnya peran air biasanya baru dirasakan ketika kebutuhan akan air sulit dipenuhi atau ketika air menimbulkan masalah. Di lain pihak, air merupakan bahan yang memiliki banyak manfaat, digunakan mulai dari keperluan untuk air minum, memasak, mencuci, irigasi, industri sampai dengan untuk penyediaan energi dan rekreasi.

Aktivitas manusia dapat dipastikan tidak bisa terlepas dari keberadaan air. Pentingnya peran air tergambar pula pada kenyataan sejarah, di mana kita saksikan bahwa pusat-pusat peradaban manusia di masa lalu selalu berkembang di daerah yang berdekatan dengan sumber air. Mesopotamia yang dianggap sebagai pusat peradaban tertua berkembang di antara dua sungai besar: Euphrat dan Tigris. Kebudayaan Mesir Kuno sangat tergantung pada Sungai Nil. Bahkan kota-kota metropolitan yang kita dapati pada zaman modern ini pun, seperti misalnya Rotterdam, London, Paris, New York, Buenos Aires, Shanghai, Tokyo, dan lain-lain selalu berdekatan dengan sungai atau badan air yang besarnya cukup memadai sebagai sumber pemenuhan kebutuhan dan prasarana transportasi.

Di dalam agama Islam air penting sebagai sarana ibadah. Air diperlukan untuk bersuci sebagai salah satu syarat sebelum menunaikan salat yang merupakan ibadah pokok dalam ajaran Islam. Berwudu sebagai salah satu syarat sah salat dilakukan dengan cara membasahi atau mencuci bagian-bagian tertentu dari anggota badan dengan air bersih (suci dan menyucikan). Perintah berwudu dan mandi junub dengan menggunakan air bersih terdapat pada Surah al-Māidah/5: 6.

يٰٓاَيُّهَا الَّذِيْنَ اٰمَنُوْٓا اِذَا قُمْتُمْ اِلَى الصَّلٰوةِ فَاغْسِلُوْا
وُجُوْهَكُمْ وَاَيْدِيَكُمْ اِلَى الْمَرَافِقِ وَامْسَحُوْا
بِرُءُوْسِكُمْ وَاَرْجُلَكُمْ اِلَى الْكَعْبَيْنِۗ وَاِنْ كُنْتُمْ
جُنُبًا فَاطَّهَّرُوْاۗ وَاِنْ كُنْتُمْ مَّرْضٰٓى اَوْ عَلٰى سَفَرٍ
اَوْ جَاۤءَ اَحَدٌ مِّنْكُمْ مِّنَ الْغَاۤىِٕطِ اَوْ لٰمَسْتُمُ النِّسَاۤءَ
فَلَمْ تَجِدُوْا مَاۤءً فَتَيَمَّمُوْا صَعِيْدًا طَيِّبًا فَامْسَحُوْا
بِوُجُوْهِكُمْ وَاَيْدِيْكُمْ مِّنْهُ ۗ مَا يُرِيْدُ اللّٰهُ لِيَجْعَلَ
عَلَيْكُمْ مِّنْ حَرَجٍ وَّلٰكِنْ يُّرِيْدُ لِيُطَهِّرَكُمْ وَلِيُتِمَّ
نِعْمَتَهٗ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُوْنَ

Wahai orang-orang yang beriman! Apabila kamu hendak melaksanakan salat, maka basuhlah wajahmu dan tanganmu sampai ke siku, dan sapulah kepalamu dan (basuh) kedua kakimu sampai ke kedua mata kaki. Jika kamu junub, maka mandilah. Dan jika kamu sakit atau dalam perjalanan atau kembali dari tempat buang air (kakus) atau menyentuh perempuan, maka jika kamu tidak memperoleh air, maka bertayamumlah dengan debu yang baik (suci); usaplah wajahmu dan tanganmu dengan (debu) itu. Allah tidak ingin menyulitkan kamu, tetapi Dia hendak membersihkan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya bagimu, agar kamu bersyukur. (al-Māidah/5: 6)

Di dalam Al-Qur’an banyak ayat yang membicarakan masalah air dan fungsinya di alam, misalnya tentang asal dan penopang kehi-

dupan, daur hidrologi, sarana transportasi, dan sebagainya, bahkan surga dilukiskan sebagai kebun yang dialiri sungai-sungai yang jernih. Di lain pihak dengan air Allah pernah mengazab umat-umat terdahulu yang ingkar dan melampaui batas sehingga menimbulkan kerusakan di muka bumi, antara lain umat Nabi Nuh, Fir'aun, kaum Saba', dan umat-umat lainnya. Ayat-ayat tersebut mengisyaratkan bahwa air merupakan barang yang penting dan diperlukan, tetapi juga dapat menjadi sumber masalah dan bencana.

Terdapat lebih dari 200 ayat di dalam Al-Qur'an yang mengandung kata air atau hal yang berhubungan dengan air, seperti hujan, sungai, laut, awan, mata air dan lain-lain. Di antara ayat-ayat itu terdapat uraian tentang proses-proses air di alam dengan ringkas tetapi sangat jelas, misalnya proses terjadinya hujan dan daur air. Beberapa peristiwa alam yang berkaitan dengan air disebutkan dalam bentuk sumpah (*qasam*). Proses-proses alam yang berkaitan dengan air banyak pula dipakai sebagai kiasan dalam menggambarkan hubungan sebab suatu perbuatan (amal) dengan akibatnya yang akan diperoleh manusia baik di dunia maupun di akhirat. Bagian dari keindahan Al-Qur'an adalah kalimatnya yang hemat kata-kata pada perumpamaan-perumpamaan yang dapat memberikan gambaran rinci dan cermat tentang suatu proses di alam tetapi selalu memberikan pencerminan yang tepat sebagai permisalan.

Sebagai kitab hidayah, ayat-ayat Al-Qur'an tidak saja menukilkan tentang air yang ada di alam dunia ini, tetapi juga di alam akhirat. Allah berfirman,

إِنَّ الْمُتَّقِينَ فِي جَنّٰتٍ وَّعُيُوْنٍ

Sesungguhnya orang-orang yang bertakwa itu berada dalam surga (taman-taman) dan (di dekat) mata air-mata air (yang mengalir). (al-Ḥijr/15: 45).

يَطُوْفُ عَلَيْهِمْ وِلْدَانٌ مُّخَلَّدُوْنَ ﴿١٧﴾ بِاَكْوَابٍ وَّاَبَارِيْقَ وَكَأْسٍ مِّنْ مَّعِيْنٍ ﴿١٨﴾ لَّا يُصَدَّعُوْنَ عَنْهَا وَلَا يُنْزِفُوْنَ ﴿١٩﴾

Mereka dikelilingi oleh anak-anak muda yang tetap muda, dengan membawa gelas, cerek dan sloki (piala) berisi minuman yang diambil dari air yang mengalir, mereka tidak pening karenanya dan tidak pula mabuk, (al-Wāqi'ah/56: 17-19)

اِنَّ الَّذِيْنَ اٰمَنُوْا وَعَمِلُوا الصّٰلِحٰتِ اُولٰۤىِٕكَ هُمْ خَيْرُ الْبَرِيَّةِ ﴿٧﴾ جَزَاۤؤُهُمْ عِنْدَ رَبِّهِمْ جَنّٰتُ عَدْنٍ تَجْرِيْ مِنْ تَحْتِهَا الْاَنْهٰرُ خٰلِدِيْنَ فِيْهَآ اَبَدًا ۗرَضِيَ اللّٰهُ عَنْهُمْ وَرَضُوْا عَنْهُ ۗ ذٰلِكَ لِمَنْ خَشِيَ رَبَّهٗ ﴿٨﴾

Sungguh, orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan, mereka itu adalah sebaik-baik makhluk. Balasan mereka di sisi Tuhan mereka ialah surga 'Adn yang mengalir di bawahnya sungai-sungai; mereka kekal di dalamnya selama-lamanya. Allah rida terhadap mereka dan mereka pun rida kepada-Nya. Yang demikian itu adalah (balasan) bagi orang yang takut kepada Tuhannya. (al-Bayyinah/98: 7-8).

Ayat-ayat di atas adalah beberapa dari sekian banyak ayat lainnya yang melukiskan keadaan surga, yang diperuntukkan hanya bagi hamba-hamba-Nya yang diridai, diekspresikan melalui penekanan terhadap adanya air yang mengalir di tengah taman sebagai gambaran umum untuk kenyamanan dan keindahan. Meminum airnya adalah gambaran dari kesejukan, kesegaran, dan kenikmatan. Akan tetapi pada ayat-ayat lainnya digambarkan pula,

هٰذَا ۙ فَلْيَذُوْقُوْهُ حَمِيْمٌ وَّغَسَّاقٌ

Inilah (azab neraka), maka biarlah mereka merasakannya, (minuman mereka) air yang sangat panas dan air yang sangat dingin, (Ṣād/38: 57).

وَقُلِ الْحَقُّ مِنْ رَّبِّكُمْ ۗ فَمَنْ شَاۤءَ فَلْيُؤْمِنْ وَّمَنْ شَاۤءَ فَلْيَكْفُرْ ۚ اِنَّآ اَعْتَدْنَا لِلظّٰلِمِيْنَ نَارًا ۙ اَحَاطَ بِهِمْ سُرَادِقُهَا ۗ وَاِنْ يَّسْتَغِيْثُوْا يُغَاثُوْا بِمَاۤءٍ كَالْمُهْلِ يَشْوِى الْوُجُوْهَ ۗ بِئْسَ الشَّرَابُ ۗ وَسَاۤءَتْ مُرْتَفَقًا

Dan Katakanlah, "Kebenaran itu datangnya dari Tuhanmu; Maka Barangsiapa yang ingin (beriman) hendaklah ia beriman, dan Barangsiapa yang ingin (kafir) Biarlah ia kafir." Sesungguhnya Kami telah sediakan bagi orang orang zalim itu neraka, yang gejolaknya mengepung mereka. dan jika mereka meminta minum, niscaya mereka akan diberi minum dengan air seperti besi yang mendidih yang menghanguskan muka. Itulah minuman yang paling buruk dan tempat istirahat yang paling jelek. (al-Kahf/18: 29).

Keberadaan air di akhirat, peran dan pengaruhnya bagi manusia sangat tergantung pada amalan-amalan yang telah diperbuat terdahulu semasa masih di dunia. Keberadaan air di mana-mana, termasuk di surga dan neraka, mengindikasikan bahwa air tidak pernah terpisah jauh dari kehidupan manusia.

مَثَلُ الْجَنَّةِ الَّتِيْ وُعِدَ الْمُتَّقُوْنَ ۗ فِيْهَآ اَنْهٰرٌ مِّنْ مَّاۤءٍ غَيْرِ اٰسِنٍ ۚ وَاَنْهٰرٌ مِّنْ لَّبَنٍ لَّمْ يَتَغَيَّرْ طَعْمُهٗ ۚ وَاَنْهٰرٌ مِّنْ خَمْرٍ لَّذَّةٍ لِّلشّٰرِبِيْنَ ەۚ وَاَنْهٰرٌ مِّنْ عَسَلٍ مُّصَفًّى ۗ وَلَهُمْ فِيْهَا مِنْ كُلِّ الثَّمَرٰتِ وَمَغْفِرَةٌ مِّنْ رَّبِّهِمْ ۗ كَمَنْ هُوَ خَالِدٌ فِى النَّارِ وَسُقُوْا مَاۤءً حَمِيْمًا فَقَطَّعَ اَمْعَاۤءَهُمْ

Perumpamaan taman surga yang dijanjikan kepada orang-orang yang bertakwa; di sana ada sungai-sungai yang airnya tidak payau, dan sungai-sungai air susu yang tidak berubah rasanya, dan sungai-sungai khamar (anggur

yang tidak memabukkan) yang lezat rasanya bagi peminumnya dan sungai-sungai madu yang murni. Di dalamnya mereka memperoleh segala macam buah-buahan dan ampunan dari Tuhan mereka. Samakah mereka dengan orang yang kekal dalam neraka, dan diberi minuman dengan air yang mendidih sehingga ususnya terpotong-potong? (Muhammad/47: 15)

Bahkan pada kenyataan yang kita hadapi di dunia ini pun, air yang sedianya merupakan benda bermanfaat bagi manusia, acapkali menimbulkan masalah dan bencana. Secara langsung dan tidak, manfaat dan persoalan yang berkaitan dengan air pada dasarnya akibat tindakan manusia. Sementara itu cara kita berperilaku sehubungan dengan air tampaknya lebih banyak diatur dalam hadis, misalnya: (1) Permintaan seseorang yang tidak boleh ditolak, apabila persediaan cukup, adalah air, api, dan garam; (2) Salah satu sedekah yang akan memberikan pahala yang mengalir adalah menggali sumur untuk umum.

اسْتَأْذَنَ أَبِي النَّبِيَّ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ، فَدَخَلَ بَيْنَهُ وَبَيْنَ قَمِيصِهِ ، فَجَعَلَ يُقَبِّلُ وَيَلْتَزِمُ ، ثُمَّ قَالَ : يَا رَسُوْلَ اللهِ، مَا الشَّيْءُ الَّذِيْ لَا يَحِلُّ مَنْعُهُ ؟ قَالَ الْمَاءُ . قَالَ : يَا نَبِيَّ اللهِ ، مَا الشَّيْءُ الَّذِيْ لَا يَحِلُّ مَنْعُهُ ؟ قَالَ : الْمِلْحُ. قَالَ : يَا رَسُوْلَ اللهِ، مَا الشَّيْءُ الَّذِيْ لَا يَحِلُّ مَنْعُهُ ؟ قَالَ : أَنْ تَفْعَلَ الْخَيْرَ خَيْرٌ لَكَ . (رواه أبو داود بسند ضعيف عن امرأة يقال لها بهيسة)

Ayahku meminta izin kepada Rasulullah, kemudian ia masuk, mencium, dan duduk bersanding dengan beliau. Lalu ia bertanya, "Wahai Rasulullah, permintaan apakah yang tidak boleh ditolak?" Beliau menjawab, "Air." Ia bertanya lagi, "Waha Nabi Allah, permintaan apa lagi yang tidak boleh ditolak?" Beliau menjawab, "Garam." Ia bertanya lagi, "Wahai Rasulullah, permintaan apa lagi yang tidak boleh ditolak?" Beliau menjawab, "Kebaikan yang engkau lakukan adalah baik bagimu." (Riwayat Abū Dāwūd dengan sanad daif dari seorang wanita yang biasa dipanggil Buhaisah)

يَا رَسُوْلَ اللهِ ، إِنَّ أُمَّ سَعْدٍ مَاتَتْ ، فَأَيُّ الصَّدَقَةِ أَفْضَلُ ؟ قَالَ : الْمَاءُ . قَالَ : فَحَفَرَ بِئْرًا، وَقَالَ : هَذِهِ لِأُمِّ سَعْدٍ . (رواه أبو داود عن سعد بن عبادة)

"Wahai Rasulullah, sesungguhnya ibuku telah meninggal dunia, lalu sedekah apakah yang lebih utama (agar pahalanya sampai kepada roh beliau)?" Rasulullah menjawab, "Air." Kemudian Sa'd menggali sebuah sumur; ia berkata, "Sumur ini aku persembahkan untuk Ibu Sa'd" (Riwayat Abū Dāwūd dari Sa'd bin 'Ubādah)

Kedua hadis di atas menunjukkan bahwa air memiliki peran sosial yang penting. Hadis tentang perilaku terhadap air ini umumnya mengatur hubungan antarmanusia, termasuk

dengan pihak selain umat Islam. Perintah serta batasan-batasan yang berkaitan dengan kebersihan air telah banyak diulas ulama dalam kitab-kitab fikih. Di dalam Al-Qur'an ditemukan banyak ayat yang mengharuskan manusia menjaga lingkungan hidupnya di mana mereka hidup bersama termasuk dengan makhluk-makhluk lainnya. Allah telah menata dan mengatur alam ini sebaik-baiknya dengan menyediakan berbagai keperluan untuk hidup dan berpenghidupan. Oleh sebab itu, sangat dilarang merusak lingkungan hidup yang memberi berbagai persediaan untuk kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya, termasuk di antaranya sumber daya air yang sangat vital. Salah satu ayat Al-Qur'an yang melarang keras manusia merusak lingkungan yang telah ditata dan disediakan oleh Allah adalah surah al-A'rāf/7: 85.

وَلَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلَاحِهَاۗ ذٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ اِنْ كُنْتُمْ مُّؤْمِنِيْنَ

Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Itulah yang lebih baik bagimu jika kamu orang beriman. (al-A'rāf/7: 85).

Buku ini berusaha menyajikan telaah atas kandungan beberapa ayat kauniyah tentang air berdasarkan ilmu pengetahuan yang berkembang hingga saat ini untuk melihat hubungan antara yang tertulis secara tekstual dalam Al-Qur'an dengan kenyataan yang ada di alam sejauh yang dapat dimengerti sampai pada saat ini. Tidak semua fenomena yang dicantumkan dalam Al-Qur'an sudah dapat diterangkan oleh ilmu pengetahuan, bahkan karena banyak di antaranya yang dilukiskan sebagai kiasan, maka bukan tidak mungkin tafsir yang diberikan pun masih sangat sumir. Meski demikian, setiap penafsiran tetap diusahakan berdasarkan pada fakta ilmiah yang baku dan tentunya akan tetap berkembang. Adanya ketidakselarasan antara kandungan tekstual Al-Qur'an dengan hasil penafsiran adalah karena ilmu pengetahuan yang ada saat ini belum cukup lengkap untuk menangkap kandungan isi Al-Qur'an yang dimaksud, sedangkan kebenaran Al-Qur'an adalah tetap dan abadi.

BAB II
EKSISTENSI AIR

Adanya air di bumi adalah salah satu keajaiban. Berbagai proses di permukaan bumi, termasuk proses-proses kehidupan, berlangsung dengan perantaraan air. Air merupakan zat yang ajaib karena memiliki sifat-sifat yang memungkinkannya bereaksi dan berinteraksi baik secara fisik maupun kimia dengan benda-benda lain secara khas pula. Keberadaan air di bumi adalah keistimewaan tersendiri karena secara teoritis kemungkinan keberadaan air pada suatu tempat di alam semesta, selain bumi, kecil sekali. Interaksi antara air dan mineral-mineral serta zat-zat lainnya (tanah) yang menghasilkan makhluk hidup

untuk kemudian tumbuh dan berkembang di dalamnya proses-proses metabolisme, adalah keajaiban-keajaiban lainnya.

Di alam semesta air atau unsur-unsur penyusun air terbentuk sebagai hasil sampingan pada proses pembentukan bintang. Ketika bintang mulai terbentuk, di sebelah luarnya terbentuk pula badai debu dan gas. Air dijumpai sebagai awan antarbintang (*interstellar cloud*) di galaksi kita. Air mungkin dijumpai pula di galaksi lain dalam jumlah yang berlimpah, karena oksigen dan hidrogen termasuk unsur-unsur yang paling banyak jumlahnya di alam semesta. Awan antarbintang biasanya terkumpul menjadi nebula surya (*solar nebulae*) atau tata surya seperti matahari kita. Pada daerah tata surya kita air banyak didapati di luar bumi, tetapi pada umumnya dijumpai dalam bentuk gas atau es. Sedangkan dalam bentuk cair, air praktis hanya dijumpai di bumi.

Tabel 1. Bentuk dan keterdapatan air di alam semesta

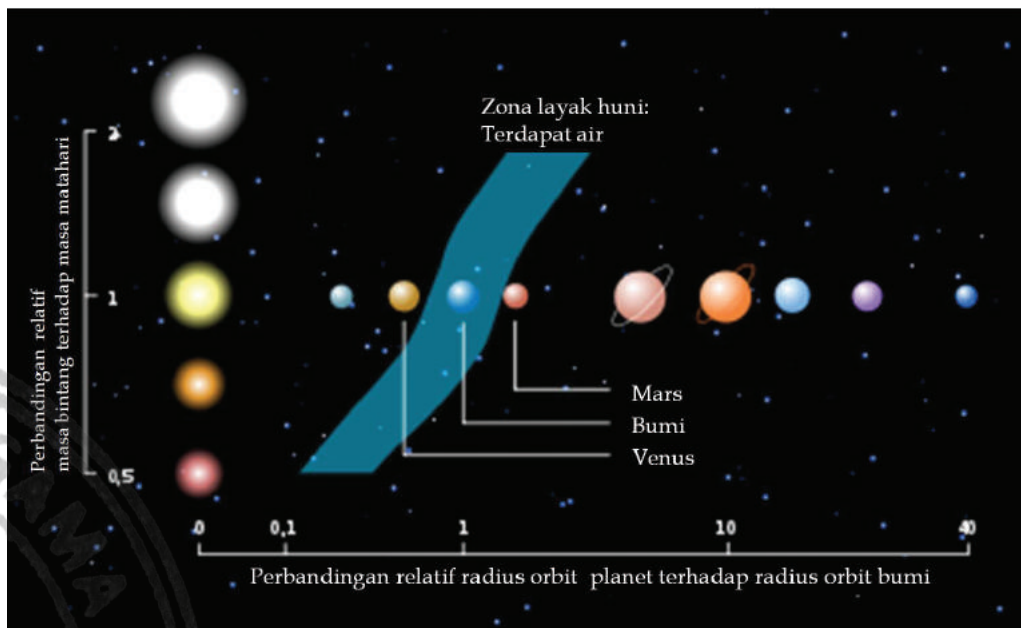
Uap	Air (Cair)	Es
Merkurius : 3,4 % di atmosfer dan sejumlah besar di Exosphere **Venus** : 0,002% di atmosfer **Bumi** : Sedikit di atmosfer (tergantung iklim) **Mars** : 0,03% di atmosfer **Jupiter** : 0.0004% di atmosfer **Saturnus** : hanya sebagai es **Enceladus** (bulan Saturnus): 91% di atmosfer **Exoplanet**, dikenal dengan nama: HD 189733b dan HD209458	**Bumi** : menutupi 71% permukaan **Bulan**: sedikit	**Bumi** : sebagai es kutub dan lapisan salju di musim dingin **Mars** : Tudung es kutub **Titan** **Enceladus** **Komet-komet**

Kenyataan lainnya memperlihatkan bahwa keberadaan molekul air dalam bentuk cair di bumi tampak sangat vital bagi terdapatnya kehidupan di bumi. Jarak antara orbit bumi terhadap matahari yang sedemikian rupa sehingga molekul-molekul air bumi sebagian besar selalu tersedia dalam fasa cair, menyebabkan bumi menjadi tempat yang layak huni bagi makhluk hidup. Tampaknya dengan ketersediaan air yang menjadi unsur penting penopang kehidupan itu maka manusia ditempatkan di bumi, bukan di planet lain. Hanya saja seringkali manusia tak menyadari hal itu dan tidak mensyukurinya. Mari kita cermati Surah al-A'raf/7: 10 berikut ini.

وَلَقَدْ مَكَّنّٰكُمْ فِى الْاَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيْهَا مَعَايِشَ ۗ قَلِيْلًا مَّا تَشْكُرُوْنَ

Dan sungguh, Kami telah menempatkan kamu di bumi dan di sana Kami sediakan (sumber) penghidupan untukmu. (Tetapi) sedikit sekali kamu bersyukur. (al-A'rāf/7: 10)

Menurut Wahbah az-Zuḥailī, ayat ini menunjukkan penempatan manusia di bumi merupakan suatu anugerah besar. Berbagai hal yang memberi manfaat langsung atau tidak langsung telah diciptakan oleh Allah untuk menopang kehidupan mereka di bumi seperti tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan, pepohonan, air, dan berbagai jenis hewan yang dapat memudahkan urusan kehidupannya. Masalahnya adalah banyak diantara manusia tidak mensyukuri anugerah Allah itu.[1] Tidak menyukuri itu antara lain dalam bentuk kemubaziran, pencemaran, perusakan potensi penyerapan air, memonopoli sumber air untuk mengeruk keuntungan pribadi dan sesaat. Padahal, Allah menganugerahkan air di bumi untuk keberlangsungan kehidupan bagi makhluk-makhluk di atasnya dan untuk kepentingan-kepentingan lebih besar dan merata seperti untuk irigasi, pembangkit tenaga listrik, dan kemaslahatan lainnya. Anugerah ini diatur oleh *Al-Khāliq* agar tetap terjaga dan terdistribusi secara baik melalui mekanisme alam yang tertata rapi penuh keseimbangan.

Bila posisi orbit yang disebutkan di atas berada sedikit (misalnya 5%) lebih dekat ke matahari, maka tampaknya ketersediaan bentuk tiga fasa air di bumi akan berubah dengan bertambahnya proposi uap air di atmosfer, sedangkan apabila menjauh dari matahari akan menyebabkan jumlah es yang lebih banyak menutupi daratan. Gaya berat bumi menyebabkan selapis

Gambar1. Faktor-faktor yang menyebabkan terdapatnya air di bumi: (1) ukuran matahari, (2) jarak bumi ke matahari, dan (3) ukuran bumi. (Sumber: commons.wikimedia.org)

atmosfer yang cukup tertahan di permukaanya. Uap air dan gas karbondioksida di atmosfer bertindak sebagai penyangga suhu sehingga lebih konstan. Apabila ukuran bumi kita lebih kecil maka lapisan atmosfer akan lebih tipis sehingga perubahan suhu yang lebih ekstrem akan dirasakan di permukaan bumi. Lonjakan-lonjakan suhu akan mencegah akumulasi air di permukaan bumi, dan air akan menguap ke ruang angkasa.

Meski bumi pernah mengalami beberapa kali periode penggurunan dan zaman es, namun suhu permukaan bumi relatif konstan sepanjang sejarah geologi. Temperatur yang lebih nyaman dan stabil tercipta secara berangsur-angsur, setelah terbagi-baginya daratan Pangea menjadi beberapa benua. Terpecahnya daratan menyebabkan distribusi genangan laut di permukaan bumi lebih merata, dan polarisasi suhu antara daerah panas di daratan dan daerah yang lebih dingin di laut berkurang. Tersebarnya permukaan laut mengakibatkan hujan lebih sering terjadi di bumi, dan penyebaran daerah-daerah hujan menjadi lebih meluas dan lebih merata di permukaan bumi.

Jarak bumi dari matahari sangat menentukan suhu permukaan bumi. Dengan suhu di permukaan

bumi seperti yang kita jumpai saat ini maka ketiga fasa air: padat, cair, dan gas, terdapat di bumi. Berikutnya, dengan adanya distribusi dan fluktuasi suhu di muka bumi sebagai akibat dari peredaran bumi mengelilingi matahari, keterdapatan fasa-fasa air tersebut berubah-ubah, seperti perubahan ketebalan lapisan es di kedua kutub dan daerah dingin di sekitarnya. Lebih jauh lagi, dengan adanya daur perubahan musim terjadi pula pergerakan massa air yang terus-menerus sepanjang tahun dalam bentuk arus laut serta embusan angin yang membawa dan menebarkan awan dan hujan.

A. Ciptaan Allah

Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang memberikan berbagai kebutuhan bagi kehidupan makhluk di bumi. Sinar mentari dengan setia mengunjungi dan memberi manfaat bagi kebutuhan hidup makhluk. Oksigen tersedia melimpah di sekitar permukaan bumi, bukan di luar angkasa, karena kehidupan makhluk pada umumnya memang di permukaan bumi. Demikian pula air tersedia di sekitar permukaan bumi, di laut, danau, sungai, dan di dalam tanah. Hal ini diciptakan Allah dengan mekanisme yang sangat teratur, antara lain sebagai penunjang untuk kepentingan manusia hidup dan beribadah kepada Allah. Semua yang ada di bumi diciptakan untuk kepentingan manusia seluruhnya. Oleh karenanya, semua anugerah Allah itu harus dilestarikan, dibudi-dayakan, didiversifikasi dan diin-tensifikasi, serta dimanfaatkan sebatas kebutuhan sebaik-baik dan sehemat-hematnya, karena untuk digunakan secara bersama-sama termasuk generasi-generasi yang akan datang. Allah berfirman dalam Surah al-Baqarah/2: 29,

Dialah (Allah) yang menciptakan segala apa yang ada di bumi untukmu kemudian Dia menuju ke langit, lalu Dia menyempurnakannya menjadi tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu. (al-Baqarah/2: 29)

Salah satu kebutuhan vital manu-sia adalah air, terutama untuk keperluan minum dan bersuci (*ṭahārah*). Orang bisa bertahan hidup lebih lama tanpa makan, tetapi tidak tanpa air. Air yang disediakan melimpah di planet kita pada dasarnya jumlahnya tetap, hanya saja terus bersirkulasi dengan sangat menakjubkan. Dari laut air menguap ke udara, lalu dibawa angin

ke tempat tertentu menjadi tetesan-tetesan hujan yang membasahi bumi. Sebagian untuk kebutuhan langsung tetumbuhan, hewan, dan manusia. Sebagian terserap ke dalam tanah menjadi cadangan atau persediaan air tanah. Sebagian yang lian bergerak menuju laut yang dapat dimanfaatkan berbagai jenis makhluk sepanjang perjalanannya, bahkan keperluan lebih besar, misalnya sebagai prasarana transportasi air. Allah berfirman,

أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ ۖ أَفَلَا يُبْصِرُونَ

Dan tidakkah mereka memperhatikan, bahwa Kami mengarahkan (awan yang mengandung) air ke bumi yang tandus, lalu Kami tumbuhkan (dengan air hujan itu) tanam-tanaman sehingga hewan-hewan ternak mereka dan mereka sendiri dapat makan darinya. Maka mengapa mereka tidak memperhatikan? (as-Sajdah/32: 27)

Menurut Ibnu ‘Āsyūr, penggunaan kata *ar-ru’yah* (penglihatan) dalam ayat ini karena proses kesuburan bumi oleh siraman air hujan dan tumbuhnya biji atau kecambah menjadi pohon/tumbuhan setahap demi setahap merupakan proses yang dapat diamati dengan mata kepala. Demikian pula pergerakan awan yang mengandung uap air di atas permukaan bumi (angkasa) digerakkan oleh angin dari satu tempat ke tempat yang lain. Penggunaan ungkapan *as-sauq* (*nasūq*) karena diumpamakan pergeseran awan oleh angin itu laksana pergerakan hewan melata yang bergerak dari satu tempat ke tempat lain.[2] Proses-proses terjadinya hujan dari uap air merupakan mekanisme siklus (daur ulang) air yang ada di bumi agar beredar dan memberi manfaat pada makhluk-makhluk yang ada di pegunungan, di lembah-lembah, dan tempat-tempat yang boleh jadi sangat jauh dari danau atau samudera luas. Dengan mekanisme itulah manusia dan makhluk-makhluk lain mengambil manfaat untuk hidup dan kehidupannya. Istilah yang digunakan oleh ayat Al-Qur’an dalam proses siklus air ini memberi manfaat besar dan luas adalah ‘*mubārakan*’ (memberi berkah atau manfaat). Mari kita cermati ayat berikut ini!

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُبَارَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ ﴿٩﴾ وَالنَّخْلَ بَاسِقَاتٍ لَهَا طَلْعٌ نَضِيدٌ ﴿١٠﴾ رِزْقًا لِلْعِبَادِ ۖ وَأَحْيَيْنَا بِهِ بَلْدَةً مَيْتًا ۚ كَذَٰلِكَ الْخُرُوجُ ﴿١١﴾

Dan dari langit Kami turunkan air yang memberi berkah lalu Kami tumbuhkan dengan (air) itu pepohonan yang rindang dan biji-bijian

yang dapat dipanen. Dan pohon kurma yang tinggi-tinggi yang mempunyai mayang yang bersusun-susun, (sebagai) rezeki bagi hamba-hamba (Kami), dan Kami hidupkan dengan (air) itu negeri yang mati (tandus). Seperti itulah terjadinya kebangkitan (dari kubur). (Qāf/50: 9-11).

Air yang diturunkan Allah dari langit memiliki banyak kebaikan dan manfaat, antara lain menyebabkan tumbuhnya pepohonan, tetumbuh-an dan perdu, buah-buahan dan biji-bijian yang bisa dipanen. Demikian pula pepohonan seperti kurma yang menjulang ke angkasa dengan tangkai dan mayang yang bersusun-susun dikerumuni oleh buah yang melimpah. Semua itu untuk persediaan konsumsi bagi manusia. Jasa air pula yang membuat tanah-tanah yang tadinya tandus menjadi subur dan menyuburkan tetumbuhan di atasnya. Seperti itulah gambaran proses kebangkitan.[3]

Tak dapat diingkari bahwa kebaikan Allah melalui sunnatullah, sebagaimana halnya mekanisme siklus air, memberi manfaat bagi hidup dan kehidupan makhluk. Sebab, kehidupan meniscayakan tersedianya air bersih yang memadai untuk berbagai keperluan, mulai dari konsumsi minuman, mandi, sanitasi, pengairan, persediaan minuman hewan ternak, dan aneka keperluan lainnya. Sebagian mengalir kembali ke laut lepas, terserap di dalam tanah sebagai persediaan air tanah, menguap di tengah perjalanannya, dan sebagian lagi terperangkap di sebuah tempat yang rendah sebagai danau yang juga memberi manfaat bagi alam sekitarnya. Inilah salah satu bentuk kemahapengasihan (*ar-Raḥmān*) Allah yang diberikan kepada seluruh makhluk tanpa diskriminasi. Air yang dianugerahkan Allah *Subhānahū Wata'ālā* dapat dimanfaatkan oleh siapa saja, bahkan hewan-hewan yang berkeliaran di alam lepas.

Penciptaan air dilukiskan dalam Al-Qur'an, di antaranya melalui ayat-ayat di bawah ini.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِيْ تَجْرِيْ فِى الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَاۤءِ مِنْ مَّاۤءٍ فَاَحْيَا بِهِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيْهَا مِنْ كُلِّ دَاۤبَّةٍ ۖ وَّتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاۤءِ وَالْاَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan

awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti. (al-Baqarah/2: 164)

وَهُوَ الَّذِيْ خَلَقَ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ فِيْ سِتَّةِ اَيَّامٍ وَّكَانَ عَرْشُهٗ عَلَى الْمَاۤءِ لِيَبْلُوَكُمْ اَيُّكُمْ اَحْسَنُ عَمَلًا ۗوَلَىِٕنْ قُلْتَ اِنَّكُمْ مَّبْعُوْثُوْنَ مِنْۢ بَعْدِ الْمَوْتِ لَيَقُوْلَنَّ الَّذِيْنَ كَفَرُوْٓا اِنْ هٰذَآ اِلَّا سِحْرٌ مُّبِيْنٌ

Dan Dialah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, dan 'Arsy-Nya di atas air, agar Dia menguji siapakah di antara kamu yang lebih baik amalnya. Jika engkau berkata (kepada penduduk Mekah), "Sesungguhnya kamu akan dibangkitkan setelah mati," niscaya orang kafir itu akan berkata, "Ini hanyalah sihir yang nyata." (Hūd/11: 7)

Mencermati Surah Al-Baqarah/2: 164, tampaknya Allah menciptakan langit (dan bumi) terlebih dahulu sebelum kemudian Allah menurunkan air dari langit ke bumi. Menurut ilmu pengetahuan, air merupakan kumpulan molekul-molekul yang tersusun dari dua atom Hidrogen dan satu atom oksigen. Oleh karena itu untuk membahas penciptaan air tidak bisa terlepas dari penciptaan unsur-unsur (atom) penyusunnya. Sedangkan membahas pembentukan (penciptaan) atom tidak akan terlepas dari proses terbentuknya alam semesta.

Ilmu pengetahuan menerangkan kejadian alam semesta bermula dengan suatu ledakan besar *(big bang)* dari materi dan energi yang tadinya terkumpul pada ruang yang sangat sempit dan sangat padat dengan suhu yang sangat tinggi.

اَوَلَمْ يَرَ الَّذِيْنَ كَفَرُوْٓا اَنَّ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنٰهُمَا ۗوَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاۤءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ۗ اَفَلَا يُؤْمِنُوْنَ

Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi keduanya dahulunya menyatu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya; dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air; maka mengapa mereka tidak beriman? (al-Anbiyā'/21: 30)

Dapat kita bayangkan (Kandel, 2003) pada detik-detik pertama ledakan, semesta memuai dengan kecepatan yang sangat tinggi, ketika itu radiasi energi dan materi berbaur. Dalam waktu kira-kira setahun setelah ledakan, suhu menurun terus-menerus dengan berkembangnya alam semesta dan tidak terhingga menjadi beberapa puluh ribu miliar derajat. Ketika itu berlangsung reaksi materi dan antimateri yang saling menghilangkan antara satu dan lainnya yang menghasilkan sinar *gamma*. Selama reaksi ini, partikel-

partikel penyusun atom seperti proton dan elektron tetap bertahan. Pada kira-kira seratus ribu tahun setelah ledakan, suhu turun menjadi kira-kira 3000°K. Pada saat ini proton dan elektron saling tarik-menarik dan terbentuklah atom yang paling primitif yang kita kenal saat ini sebagai salah satu unsur pembentuk air, yaitu hidrogen. Pada masa ini materi dan energi terpisah.

Pada masa berikutnya, alam semesta yang masih muda terus mengembang. Antara materi atau atom-atom yang terbentuk, terjadi tarik-menarik yang disebabkan oleh gaya gravitasi sehingga terbentuk kumpulan-kumpulan materi pembentuk bintang-bintang. Bintang-bintang generasi pertama yang terbentuk di awal alam semesta sebagian besar terdiri dari hidrogen. Kandungan lain dari bintang muda tersebut adalah helium yang terbentuk melalui reaksi fusi dari dua buah atom hidrogen. Selanjutnya bintang-bintang tersebut semakin mampat, terutama di bagian intinya yang menghasilkan suhu yang sangat panas (beberapa miliar derajat) yang menyebabkan reaksi termonuklir terjadi melalui fusi atom-atom hidrogen. Reaksi fusi yang pertama adalah penggabungan dua atom hidrogen dan menghasilkan atom helium. Inti atom helium, umumnya terdiri dari dua proton dan dua netron, dikenal juga sebagai partikel alpha. Pada inti bintang terutama bintang-bintang yang besar (minimal 10 kali matahari) reaksi termonuklir berjalan terus-menerus, membentuk unsur-unsur yang lebih berat daripada helium. Reaksi berikutnya yang paling mungkin terjadi adalah pembentukan atom karbon (C) yang umumnya memiliki inti yang terdiri dari enam proton dan enam netron, disebut juga dengan reaksi *triple alpha* atau tiga kali atom helium. Reaksi berikutnya yang paling memungkinkan adalah penambahan satu partikel alpha ke dalam atom karbon, pada kondisi suhu yang tetap tinggi, menghasilkan atom lain yang umumnya terdiri dari 8 proton dan 8 netron yang kita kenal sebagai oksigen. Setelah oksigen yang bernomor atom 16, reaksi-reaksi selanjutnya adalah penambahan partikel alpha yang menghasilkan neon dengan nomor atom 20, magnesium dengan nomor atom 24, silikon dengan nomor atom 28, demikian selanjutnya sampai titanium dengan nomor atom 48. Reaksi yang lebih rumit terjadi untuk

pembentukan besi yang bernomor atom 56, pada bintang yang sangat padat. Reaksi-reaksi nuklir ini berlangsung semakin lama semakin cepat yang pada akhirnya berujung pada ledakan bintang yang sudah sangat memadat. Ledakan ini dikenal dengan supernova sebagai akhir hidup suatu bintang. Ledakan bintang ini menebarkan serpihan-serpihannya yang terdiri dari unsur-unsur dengan berat atom tinggi. Oksigen, seperti halnya kebanyakan unsur-unsur lain penyusun planet dan makhluk hidup, berasal dari debu bintang yang terlempar pada ledakan supernova.

Berdasarkan teori kejadian alam semesta, air, atau paling tidak unsur-unsur pembentuknya memang terjadi pertamakali di langit. Agar molekul H_2O dijumpai dalam bentuk cair seperti halnya air, diperlukan suhu lingkungan yang berkisar antara 0^o C sampai 100^o C, seperti yang kita jumpai di bumi sekarang. Menurut teori di atas, unsur-unsur pembentuk bumi pun terjadi di langit pula. Masalahnya, apakah air yang ada di bumi sekarang terkumpul bersamaan dengan unsur-unsur pembentuk bumi? Banyak ayat yang menyatakan bahwa air diturunkan dari langit, tetapi itu lebih sering ditafsirkan sebagai air hujan yang jatuh dari langit, setelah bumi terbentuk. Pada salah satu dari ayat-ayat tentang penciptaan bumi (an-Nāzi'āt/79: 27-32) dinyatakan bahwa air dipancarkan dari dalam bumi setelah bumi dihamparkan. Ini berarti unsur-unsur pembentuk molekul-molekul air telah ada bersama-sama dengan unsur lainnya semenjak awal penciptaan bumi. Sementara pendapat lain mengatakan bahwa air di bumi datang kemudian setelah bagian padat bumi terbentuk, berasal dari debu komet yang tercecer dan tertarik oleh gravitasi bumi. Pendapat kedua ini menguatkan anggapan bahwa air memang diturunkan dari langit, seperti yang diisyaratkan pada Surah al-Mu'minūn/23: 18, atau bisa pula kedua-duanya terjadi.

وَاَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءًۢ بِقَدَرٍ فَاَسْكَنّٰهُ فِى الْاَرْضِۖ وَاِنَّا
عَلٰى ذَهَابٍۢ بِهٖ لَقٰدِرُوْنَ

Dan Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan pasti Kami berkuasa melenyapkannya (al-Mu'minūn/23: 18)

Bagian dari Surah Hūd/11: 7: *"…dan adalah singgasana-Nya (sebelum itu) di atas air…"*, dapat ditafsirkan sebagai keadaan yang pernah terjadi

pada suatu ketika dalam masa penciptaan langit dan bumi, pada awal masa penciptaan semesta. Ketika itu materi utama pengisi alam semesta adalah hidrogen. Hidrogen berasal dari kata *hydro* (bahasa Yunani, berarti air) dan *gen* (berarti asal). Sedangkan hidrogen memang unsur pembentuk air. Allah pada waktu itu bersemayam di Arsy di atas air. Arti "di atas" apabila kita mengacu pada posisi bumi di alam semesta, berarti pada bagian yang lebih luar dari alam semesta. Kata "di atas" bisa juga diartikan sebagai dimensi yang lebih tinggi daripada dimensi alam semesta yang dipenuhi hidrogen, pembentuk air.

B. Karakteristik Air

1. Struktur molekul air

Seperti halnya semua benda di alam semesta, struktur molekul air tercipta mengikuti kaidah "berpasang-pasangan" seperti dinyatakan dalam firman Allah:

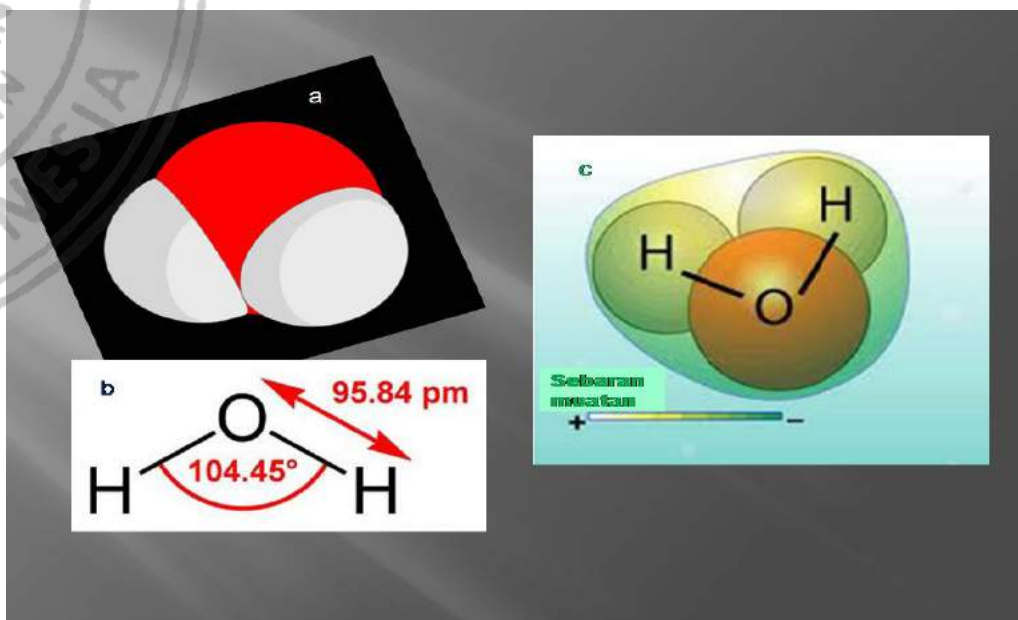
سُبْحٰنَ الَّذِيْ خَلَقَ الْاَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْۢبِتُ الْاَرْضُ وَمِنْ اَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُوْنَ

Mahasuci (Allah) yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka sendiri, maupun dari apa yang tidak mereka ketahui. (Yāsīn/36: 36)

Hidrogen dalam bentuk ion bermuatan positif atau kation yang besarnya satu, sedangkan oksigen berupa anion yang bermuatan negatif dengan besar muatan dua. Pasangan kedua jenis ion ini membentuk molekul yang tersusun dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Menurut rumus kimianya molekul ini dinamakan hidrogen oksida dan biasa ditulis dengan H_2O. Air murni adalah kumpulan molekul-molekul H_2O. Baik hidrogen maupun oksigen memiliki titik didih yang sangat rendah. Pada kondisi normal yang baku, yaitu pada suhu 20°C dan tekanan 1 atmosfer, masing-masing unsur ini dijumpai dalam bentuk gas (H_2 dan O_2). Sedangkan air, pada tekanan udara normal di permukaan bumi (1 atmosfer, 20° C) molekul-molekulnya dijumpai dalam bentuk cair. Pada suhu di bawah 0° C, molekul-molekul ini akan berada pada fasa padat atau dalam bentuk es, sedangkan pada suhu di atas 100° C akan berada pada fasa gas. Air yang biasa kita manfaatkan pada umumnya berada di antara kedua suhu di atas.

Dalam keadaan cair, molekul-molekul air mempunyai perilaku khusus, baik secara fisik maupun kimia, karena molekul air memiliki

sifat bipolar. Pada molekul air, atom oksigen mengikat kedua atom hidrogen tidak secara simetris, melainkan membentuk sudut 104,45°. Susunan ini menyebabkan kedua tipe atom-atom ini berbagi muatan elektron secara tidak merata pada molekul tersebut dan mengakibatkan polarisasi muatan. Karena oksigen memiliki elektonegativitas lebih kuat daripada hidrogen maka kutub oksigen memiliki muatan parsial negatif dan kutub hidrogen memiliki muatan parsial positif. Meski demikian, kisi-kisi atau susunan yang terbentuk oleh molekul-molekul cukup stabil. Polarisasi muatan menyebabkan molekul-molekul air saling tarik-menarik antara satu dan lainnya: kutub negatif oksigen menarik kutub positif hidrogen molekul lainnya. Gaya tarik-menarik antar-molekul air dikenal dengan istilah ikatan hidrogen (*hydrogen bonding*).

Polarisasi muatan pada molekul menyebabkan beberapa keistimewaan perilaku yang dimiliki air yang amat menentukan sifat-sifat dan reaktivitasnya.

Gambar 2. Molekul air : (a) Struktur molekul; (b) Sudut posisi kedua atom hidrogen terhadap oksigen; dan (c) Sebaran muatan terpolarisasi pada molekul. Sumber: lentech.com; science.howstuffworks.com; commons.wikipedia.org

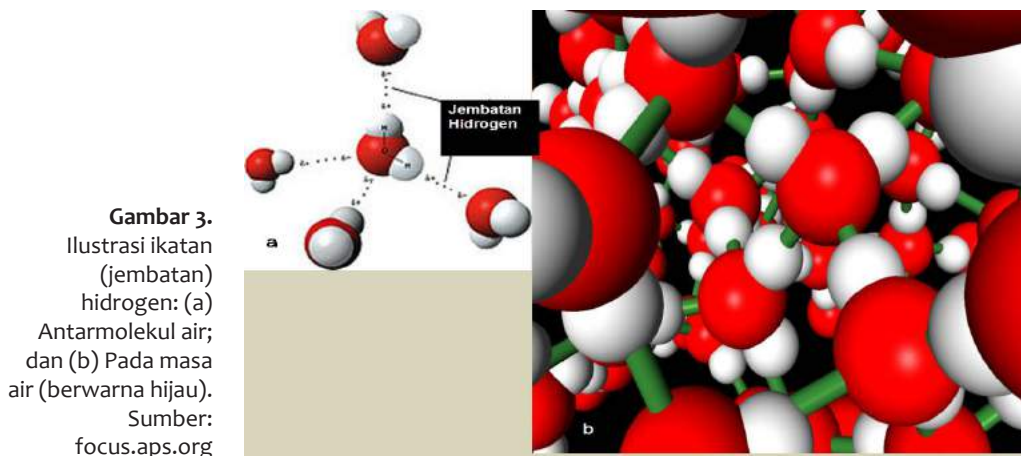
Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (al-Qamar/54: 49).

Pertama, molekul air dapat terdisosiasi menjadi ion H (H^+) yang bermuatan positif dan ion OH (OH^-) yang bermuatan negatif. Sifat disosiasi ini menyebabkan beberapa zat-zat terlarut dalam air akan memberinya sifat asam atau basa, yang akan diuraikan berikutnya. Muatan ion-ion ini dapat dipertukarkan sampai dengan jumlah yang sangat besar sehingga berbagai jenis zat dapat larut di dalam air, sehingga dikenal sebagai pelarut yang sangat baik. Dengan perilaku ini air menjadi begitu bermanfaat sebagai pembersih, pelarut dan pembilas, tetapi juga sebagai penyebab utama terjadinya pelapukan pada berbagai benda.

Kedua, air dapat menghantarkan listrik terutama bila mengandung zat-zat terlarut. Daya hantar listrik ini biasa dipakai sebagai penduga banyaknya zat atau ion terlarut di dalam air.

Ketiga, sampai pada tingkat kekentalan yang sedang ikatan hidrogen cukup kuat sehingga dapat membentuk tegangan permukaan yang cukup tinggi yang berperan penting dalam sifat-sifat kapilaritas, sifat adhesi dan kohesi. Perilaku-perilaku tersebut sangat penting dalam kaitannya dengan ketersediaan air di dalam tanah dan fisiologi tanaman.

Lebih lanjut lagi, struktur molekul air memengaruhi berat jenis air, panas jenis, kekentalan, dan karakteristik lainnya. Segala sesuatu telah diciptakan dengan karakteristik dan kadar masing-masing. Di dalam Al-Qur’an terdapat

Gambar 3. Ilustrasi ikatan (jembatan) hidrogen: (a) Antarmolekul air; dan (b) Pada masa air (berwarna hijau). Sumber: focus.aps.org

beberapa ayat yang menjelaskan hal ini, antara lain pada surah al-Furqān/25: 2, al-Qamar/54: 49, dan aṭ-Ṭalāq/65: 3.

وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَّرَهُ تَقْدِيرًا

Dan Dia menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat. (al-Furqān/25: 2)

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (al-Qamar/54: 49).

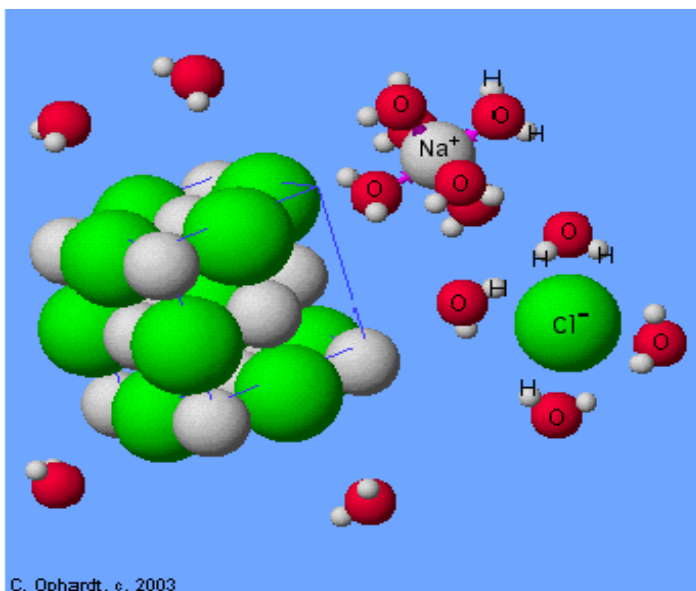
قَدْ جَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا

Allah telah mengadakan ketentuan bagi setiap sesuatu. (aṭ-Ṭalāq/65: 3)

2. Sifat Melarutkan (*Solvent*)

Sifat bipolar molekul menyebabkan air mempunyai sifat melarutkan zat-zat lainnya. Air merupakan pelarut yang baik dibandingkan dengan cairan lainnya karena di satu pihak memiliki polaritas, yang biasa diukur dengan konstanta dielektrik dan di pihak lain memiliki ikatan hidrogen. Apabila suatu zat terlarut di dalam air, zat tersebut akan terpisah-pisah dan terurai menjadi molekul-molekul atau ion-ion. Setiap molekul atau ion dikelilingi oleh molekul-molekul air: ion positif dikelilingi oleh kutub oksigen dan ion negatif oleh kutub hidrogen. Karena ukuran molekul air yang kecil maka setiap ion atau molekul (misal: garam) akan dikelilingi oleh banyak ion air, dan karenanya pula banyak jenis ion atau senyawa yang dapat larut dalam air sampai dengan konsentrasi yang tinggi. Pada umumnya zat-zat lainnya yang memiliki sifat bipolar, misalnya alkohol dan asam, akan sangat mudah larut dalam air, sedangkan zat-zat yang nonpolar, seperti lemak atau minyak, susah larut. Suatu contoh larutan ionik adalah larutan garam dapur yang memiliki rumus kimia NaCl. Di dalam air, garam akan terdisosiasi menjadi ion-ion Na+ dan Cl- yang masing-masing akan dikelilingi oleh molekul-molekul air. Sedangkan contoh larutan nonionik adalah larutan gula. Kutub-kutub bipolar air akan tarik-menarik dengan kutub-kutub bipolar gula dengan suatu hubungan yang kita kenali dengan istilah jembatan hidrogen. Zat-zat nonpolar di dalam air akan tetap bersatu membentuk gumpalan-gumpalan karena diperlukan energi lebih besar bagi molekul air untuk membentuk jembatan hidrogen dengan zat nonpolar daripada antarmereka sendiri.

Keistimewaan sifat melarutkan (*solvent*) yang dimiliki air sangat vital dalam biologi. Berdasarkan pengalaman dan pengamatan kita di bumi, untuk kehidupan diperlukan air. Air adalah suatu materi yang memiliki sifat-sifat penting bagi semua bentuk kehidupan, baik tumbuhan, hewan, jasad renik, maupun manusia. Sebagai pelarut, keberadaan air menjadi prasyarat bagi terjadinya metabolisme, seperti halnya proses-proses fotosintesis. Pada proses fotosintesis, air dipecah dengan menggunakan energi sinar matahari menjadi atom-atom penyusunnya: hidrogen dan oksigen. Hidrogen dipakai untuk membentuk glukosa bersama dengan unsur karbon, sedangkan oksigen dilepas ke udara sebagai gas. Demikian pula pada sel hewan, hampir semua reaksi biokimia penting tidak akan terjadi tanpa adanya pelarut air, seperti reaksi-reaksi di dalam sel (cytoplasma) atau di dalam darah. Pada dasarnya air merupakan media terjadinya reaksi-reaksi yang menyebabkan senyawa-senyawa organik melakukan replikasi yang merupakan dasar dari proses-proses pertumbuhan dan perkembangbiakan.

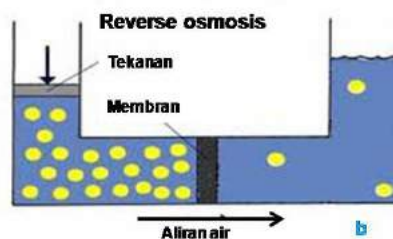
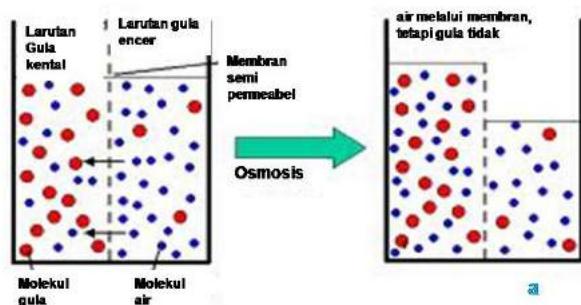
Sementara itu setiap molekul (benda) memiliki daya larut tersendiri di dalam air. Unsur-unsur yang memiliki muatan, biasa disebut ion, dapat larut dengan mudah di dalam air, sementara yang tidak bermuatan lebih sulit larut. Zat yang tersusun dari molekul-molekul yang besar, daya larutnya dipengaruhi oleh polaritasnya. Molekul yang

Gambar 4. Ion-ion Na^{+} dan Cl^{-} yang terlarut dari molekul garam (NaCl) http://antoine.frostburg.edu

nonpolar umumnya sukar larut dan bersifat tidak suka atau menolak air (hidrophob). Sedangkan yang polar lebih mudah larut dan suka atau menarik air (hydrophyl). Berdasarkan kelarutannya dalam air, zat dapat dibedakan menjadi zat yang mudah larut, sukar larut, dan tidak (sangat sukar) larut.

3. Kegaraman

Istilah kegaraman atau salinitas dipakai untuk mendeskripsikan jumlah garam atau ion-ion yang terlarut di dalam air. Adanya garam yang terlarut dalam air akan merubah sifat air. Besarnya perubahan sifat ini tergantung pada jumlah dan jenis bahan yang terlarut. Tingkat kegaraman biasa dinyatakan dalam konsentrasi, yaitu perbandingan antara bahan terlarutnya terhadap pelarutnya yaitu air, seperti dalam satuan persen (%), bagian per sejuta (ppm) atau gram/liter atau satuan-satuan sejenis lainnya.

Dengan adanya garam terlarut di dalam air, sifat yang pertama berubah tentunya kapasitas melarutkannya akan berkurang. Parameter-parameter penting lainnya yang juga berubah di antaranya adalah: berat jenis, titik didih dan titik beku, daya hantar listrik, kekentalan atau viskositas, daya tembus oleh rambatan gelombang suara dan gelombang cahaya, serta tekanan osmotik.

Pada suhu yang berbeda, kegaraman air memiliki nilai maksimum berlainan yang dikenal dengan istilah jenuh. Penambahan bahan terlarut ke dalam larutan yang sudah melewati batas jenuhnya akan meyebabkan ion-ion terlarut mengkristal dan mengendap ke dasar larutan atau menempel

Gambar 5.
(a) Osmosis, dan (b) Reverse Osmosis.
Sumber:sciences.uwaterloo.ca

pada tepian batas tubuh air. Batas jenuh larutan meningkat dengan kenaikan suhu, artinya air panas dapat mengandung garam terlarut lebih banyak. Sebaliknya, pendinginan larutan dapat menyebabkan terjadinya kristalisasi dan pengendapan garam.

Meski kegaraman dinyatakan dengan konsentrasi, tapi pengukuran kegaraman secara langsung merupakan hal yang sulit karena harus menguapkan terlebih dahulu semua pelarut untuk kemudian menimbang bahan terlarutnya. Mulai sekitar tahun 1978 penetapan tingkat kegaraman dilakukan melalui pendekatan dengan mengukur Daya Hantar Listrik (DHL) larutan pada tekanan dan suhu tertentu.

Air laut merupakan tubuh air utama yang meraksasa di permukaan bumi, dengan kegaraman yang berbeda dari suatu tempat ke tempat lainnya. Kandungan rata-rata berbagai garam yang larut di dalam air laut sebesar 35gr/kg. Air Laut Mati mengandung garam yang sangat tinggi sehingga orang bisa terapung di dalamnya tanpa usaha yang berarti. Sedangkan Laut Baltik mengandung sedikit garam sehingga sangat mudah membeku.

Air dengan kegaraman tinggi memiliki berat jenis lebih besar daripada yang kegaramannya rendah. Pada bagian air yang dalam, air dengan kegaraman tinggi akan terletak di bagian dasar. Pada daerah kutub, pembekuan air laut menjadi es menyebabkan garam terusir dari tubuh air yang membeku sehingga menyebabkan lapisan air di bawahnya mengalami peningkatan kandungan garam. Penumpukan garam di bagian dasar laut daerah kutub menyebabkan arus *thermohaline,* yaitu pergerakan air laut yang bukan disebabkan oleh perbedaan suhu, melainkan oleh perbedaan kegaraman. Air yang kegaramannya tinggi mengalir ke bagian air yang kegaramannya rendah, dan sebaliknya.

Proses-proses aliran air dan nutrisi yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup, baik tumbuhan, hewan, maupun manusia, secara tidak langsung tergantung pada kegaraman larutan di dalam sel tubuh, antara lain melalui proses osmosis. Osmosis adalah proses pergerakan dan pencampuran molekul-molekul air melalui membran semipermeabel yang memisahkan larutan konsentrasi rendah dengan larutan konsentrasi tinggi sampai mencapai kesetimbangan. Aliran air pada proses ini merupakan suatu proses fisika pasif yang terjadi tanpa memerlukan masukan energi, bahkan osmosis melepaskan energi

yang dapat dimanfaatkan. Molekul-molekul air berukuran amat kecil, hanya beberapa **Ấ** (Angstrom) dimana 1 **Ấ** =10^{-10} m. Molekul-molekul air yang kecil ini dapat melarutkan garam atau elektrolit dan gula yang ukuran yang lebih besar. Dengan demikian apabila dua larutan yang berbeda konsentrasi dibatasi oleh membran semipermeabel (tembus oleh air dan tidak oleh ion-ion) maka air akan mempunyai tekanan untuk berpindah menuju larutan yang lebih pekat. Ini disebut tekanan osmosis, dan proses perpindahan air tersebut disebut peristiwa osmosis. Peristiwa osmosis juga terjadi pada pengisapan air oleh tanaman menuju batang dan daun selain disebabkan oleh gaya kapiler yang akan dijelaskan kemudian. Pemanasan oleh sinar matahari terhadap daun menyebabkan penguapan yang menimbulkan perbedaan kekentalan antara sel-sel permukaan daun dengan sel-sel lainnya. Perbedaan kekentalan ini mengakibatkan terjadinya proses osmosis antarsel yang mendorong air dan nutrisi tanaman dari akar menuju daun. Jadi peristiwa osmosis membantu sifat kapiler dalam penyerapan air oleh tumbuhan yang tingginya bisa mencapai belasan bahkan puluhan meter.

Dalam metabolisme tubuh, fenomena osmosis amat penting karena banyak proses dalam tubuh baik dalam sel maupun organ tubuh melewati membran. Suatu contoh adalah ginjal. Organ ini berfungsi untuk menyaring darah, membuang sisa metabolime tubuh ke urin, dan membawa unsur bermanfaat ke dalam darah. Saringan dalam ginjal berupa membran dengan lubang-lubang berupa saluran amat halus. Pada membran inilah terjadi proses pemisahan yang amat rumit di mana peristiwa fisika, biologi, dan elektrokimia serta osmosis menjadi satu. Inilah proses pencucian darah alami ciptaan Allah yang terus bekerja sepanjang kehidupan tanpa harus mengganti membran. Namun apabila ada kerusakan ginjal, di mana pencucian darah tidak berjalan, maka fungsi ginjal dapat digantikan alat cuci darah, yakni dengan teknik elektrodialisa. Teknik tersebut menggunakan membran yang dibantu dengan listrik untuk menarik ion-ion bermuatan. Dibanding ginjal yang hanya sebesar telur, alat cuci darah amat besar dan setiap saat harus mengganti membrannya.

Teknologi baru telah memanfaatkan fenomena osmosis dengan membalikkan aliran air dan air berkadar garam tinggi menerobos

membran semipermeabel dengan memberi tekanan besar. Teknologi tersebut disebut osmosis terbalik (*reverse osmosis* atau RO). Teknik ini digunakan untuk memurnikan air laut atau disebut desalinisasi. Sebagian dari kebutuhan air jutaan jamaah haji di Mekah dan Madinah dipasok dengan air desalinisasi yang dihasilkan menggunakan teknologi RO ini.

4. Keasaman (pH)

Asam (Inggris=*acid*) pada zaman dahulu biasa dipakai untuk menamai zat (cair) yang rasanya asam dan memiliki kemampuan-kemampuan untuk melarutkan banyak zat lainnya, mengubah warna pada sayuran dan pewarna organik lainnya, dan dapat bereaksi bersama basa-basa membentuk garam. Sementara itu kata basa (Inggris=*base*) awalnya dipakai untuk menamai zat-zat yang apabila terlarut di dalam air memberikan kesan licin atau lengket, berasa pahit, dan memiliki kemampuan untuk menetralkan asam, serta mengembalikan warna yang berubah oleh asam. Nama lain yang dipakai untuk zat-zat yang bersifat basa adalah alkali, sebuah nama yang berasal dari kata bahasa Arab untuk menamai ekstrak pencucian abu tanaman-tanaman gurun. Pemakaian kata ini kemudian berkembang untuk menamai garam-garam yang ditambang di daerah gurun (natrium karbonat, soda kue, $NaHCO_3$) yang juga berasa pahit. Saat ini istilah alkali masih dipakai dalam ilmu kimia untuk menamai larutan basa kuat.

Pada awal abad ke-19 terbukti bahwa unsur utama pada berbagai jenis asam adalah hidrogen. Pada akhir abad tersebut Arhenius mengemukakan bahwa asam ber-beda dengan ion hidrogen lainnya di dalam suatu zat, karena mereka berbentuk ion hidrogen bebas (H^+) ketika terlarut dalam air. Pada masa ini pula diketahui bahwa basa selalu berhubungan dengan ion OH atau dengan molekul-molekul yang dapat berdisoiasi dan menghasilkan ion OH^-.

Pada awal abad XX, Bronsted menunjukkan bahwa ion H^+ pada dasarnya adalah sebuah proton bebas yang tidak mungkin terbentuk di dalam air, tetapi akan menyatu dengan molekul air dalam bentuk hidrat yang disebut hidronium (H_3O^+). Menurut Bronsted, asam adalah suatu molekul atau ion yang dapat memberikan ion H^+ pada ion atau molekul lainnya. Dengan kata lain, asam adalah penyumbang proton atau proton donor. Sedangkan basa

Tabel 2. Keasaman dan nilai pH beberapa larutan yang biasa dijumpai dalam kehidupan sehari hari.

<table>
<tr><th>Bahan</th><th>NILAI pH</th><th colspan="2">Tingkat Keasaman</th></tr>
<tr><td>Asam khlorida (HCl) murni/air keras</td><td>0</td><td rowspan="13">A S A M</td><td rowspan="7">Asam Kuat</td></tr>
<tr><td>Air asam tambang pekat</td><td><1</td></tr>
<tr><td>Asam sulfat (H_2SO_4) pekat /air accu</td><td><1</td></tr>
<tr><td>Asam lambung</td><td>2,0</td></tr>
<tr><td>Jus jeruk masam</td><td>2,4-2,6</td></tr>
<tr><td>Cola</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td>Asam cuka</td><td>2,5-2,9</td></tr>
<tr><td>Jus apel</td><td>3,5</td><td rowspan="3">Asam</td></tr>
<tr><td>Bir</td><td>4,5</td></tr>
<tr><td>Air kopi</td><td>5,0</td></tr>
<tr><td>Air teh</td><td>5,5</td><td rowspan="3">Asam lemah</td></tr>
<tr><td>Hujan asam</td><td><5,6</td></tr>
<tr><td>Susu</td><td>6,5</td></tr>
<tr><td>Air murni</td><td>7</td><td colspan="2">NETRAL</td></tr>
<tr><td>Air ludah manusia</td><td>6,5 -7,4</td><td rowspan="8">B A S A</td><td rowspan="3">Basa Lemah</td></tr>
<tr><td>Darah</td><td>7,34-7,45</td></tr>
<tr><td>Air laut</td><td>8,0</td></tr>
<tr><td>Sabun</td><td>9,0 – 10,0</td><td rowspan="2">Basa</td></tr>
<tr><td>Amoniak</td><td>11,5</td></tr>
<tr><td>Kapur</td><td>12,5</td><td rowspan="3">Basa kuat</td></tr>
<tr><td>Soda api (Na) atau potas (K) murni</td><td>14,0</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

Berbagai sumber

didefinisikan sebagai zat penerima proton atau proton akseptor.

Pada air murni yang sama sekali tidak mengandung zat terlarut, sebagian kecil molekul air akan terdisosiasi. Perbandingan antara jumlah atau konsentrasi total ion hasil disosiasi dengan molekul air yang tidak terdisosiasi sebesar sekitar 10^{-14}, dengan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- yang sama, masing-masing sekitar 10^{-7}. Pada keadaan ini suasana reaksi air netral karena aktivitas ion H^+ dan ion OH^- seimbang dan saling menghilangkan antara satu dan lainnya. Apabila ke dalam air ini ditambahkan zat lain yang bersifat asam, misalnya khlor (Cl), maka air akan berubah menjadi larutan yang bersifat asam. Sedangkan apabila ditambahkan zat yang bersifat basa, misalnya kapur kalsium ($CaCO_3$) maka larutan akan bersuasana basa. Derajat keasaman dan kebasaan bertingkat-tingkat sesuai dengan kekuatan suasana reaksi yang dimilikinya dan ditentukan oleh jumlah dan derajat keasaman/kebasaan zat terlarut. Derajat keasaman biasa dinyatakan dengan pH (menyatakan nilai - log konsentrasi kapasitas) yang pada dasarnya merupakan besaran aktivitas kimia hidrogen di dalam larutan. Aktivitas kimia hidrogen di dalam larutan sebanding dengan

konsentrasi ion H^+. Semakin besar konsentrasi ion, H^+ semakin aktif ion tersebut dan semakin kuat pula derajat keasaman. Sedangkan skala pH merupakan logaritma terbalik dari konsentrasi ion H^+, sehingga semakin kecil skala pH, semakin tinggi derajat keasamannya. pH memiliki skala 1 sampai 14. Kisaran skala pH untuk berbagai larutan yang biasa dijumpai sehari-hari dapat dilihat pada tabel 2.

Semakin kuat keasaman atau kebasaan suatu larutan maka larutan tersebut akan lebih mudah bereaksi dengan zat-zat lainnya, terutama dengan zat-zat dengan sifat berlawanan. Asam kuat, seperti air keras, bisa bereaksi dengan hampir semua zat, dan apabila kontak dengan kulit atau bagian tubuh manusia atau hewan akan menyebabkan kerusakan sel sehingga mengakibatkan luka atau iritasi. Demikian pula dengan basa kuat seperti soda api.

5. Sifat Fisik (Thermal) Air

Kemampuan air menyerap panas yang tinggi ikut berperan dalam mengatur tingkat di mana terjadi perubahan suhu udara. Sementara keberadaan air di permukaan bumi bergerak menyebar bebas di antara daratan, lautan, dan atmosfer. Karena itu pula perubahan suhu antarmusim tidak terjadi secara mendadak, melainkan secara bertahap dan perlahan.

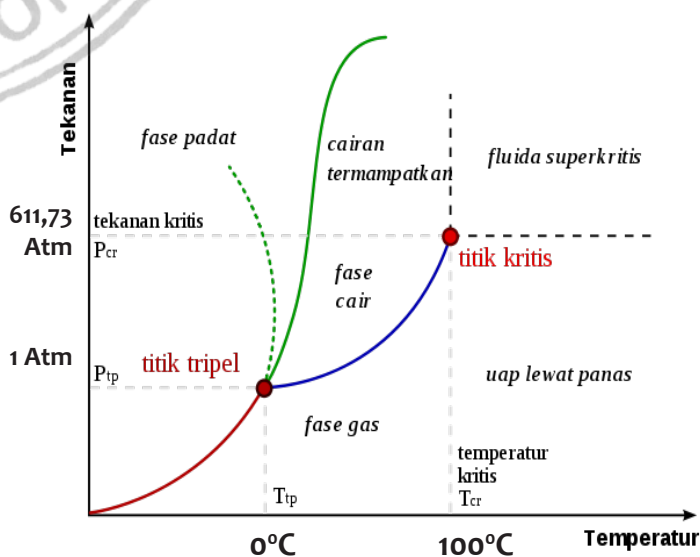
Air adalah zat yang sangat umum di muka bumi. Jumlahnya pun relatif tetap, paling tidak selama kurun sejarah manusia. Jumlah air saat ini masih sebanyak dulu ketika manusia mulai ada, atau sebanyak di masa mendatang ketika manusia akan musnah dari permukaan bumi. Air berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain, dan bergerak dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Secara teoretis dapat dikatakan bahwa air yang kita gunakan untuk mandi di pagi hari adalah air yang sama yang digunakan untuk mandi nenek moyang kita dua ribu tahun yang lalu, atau bahkan yang pernah diminum oleh dinosaurus lima puluh juta tahun yang lalu.

Selain itu, air mempunyai sifat yang sangat unik dalam berbagai karakteristik yang penting. Misalnya saja, air adalah satu-satunya zat yang dapat ditemui dalam tiga keadaan, yakni wujud cair, padat, dan gas. Inilah uniknya air yang merupakan satu-satunya zat alami yang pada suhu normal dapat ditemukan dalam tiga bentuk. Air yang ada di bumi kita ini memang terus berinteraksi, mengubah dan berubah, dan terus bergerak bebas.

Embun bumi adalah butir-butir air yang jika terkena sinar matahari karena mengalami penguapan akan diubah menjadi bentuk gas (uap air), atau jika dibekukan dapat berubah menjadi bentuk padat (es). Uap air sendiri dapat diubah menjadi air dengan kondensasi, atau secara langsung dapat diubah menjadi es dengan proses sublimasi. Es dapat diubah menjadi air dengan mencairkannya, atau menjadi uap air dengan disublimasi. Inilah bentuk keunikan air, yang dengan pemberian panas atau pengurangan panas, dapat berubah-ubah bentuk.

Selain itu, air di dalam tanaman dapat keluar melalui dedaunan menuju udara sebagai uap dalam suatu proses yang disebut transpirasi.

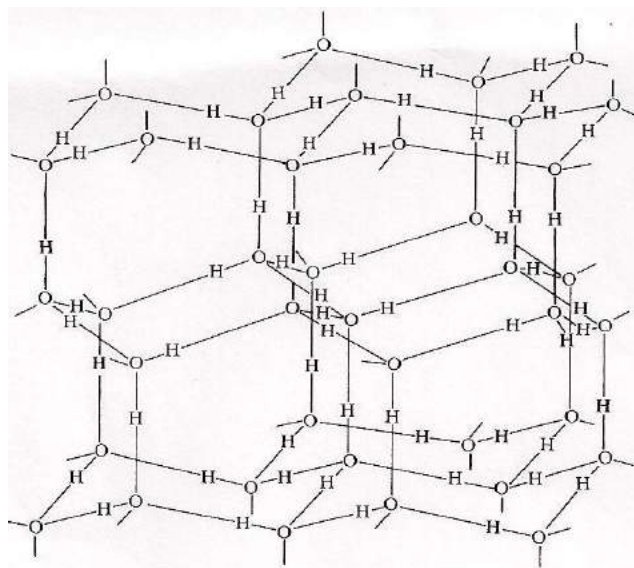
Fakta mengungkapkan bahwa air tawar yang tersedia di planet bumi kita ini hanya berjumlah 2-3% saja, sedangkan sisanya merupakan air asin yang terdapat di laut. Kebutuhan makhluk hidup terpenuhi dari pendauran kembali air tawar yang jumlahnya terbatas ini. Yang menarik adalah dalam pendauran ini air tawar dapat ditemui wujudnya dalam bentuk padat (es/salju), cair, atau gas (uap). Hubungan keadaan air dalam tiga wujud ini dapat digambarkan dalam bentuk Diagram Fasa, sebagaimana disajikan dalam gambar 6.

Dalam Diagram Fasa, titik di mana ketiga wujud air, yakni keadaan padat (berupa es), cair, dan gas (berupa uap air) berada dalam kesetimbangan, disebut titik tripel (TP) air. Titik ini digunakan untuk menentukan temperatur (dalam °C) yang diperlukan dalam perhitungan termodinamika.

Gambar 6.
Diagram Fasa Air : garis titik-titik merupakan sifat anomali air. Garis berwarna hijau menandakan titik beku dan garis biru menandakan titik didih yang berubah-ubah sesuai dengan tekanan. Sumbu tegak = tekanan dalam atmosfer. Sumbu datar = temperatur dalam derajat Celcius.
Sumber:bacreaction.blogspot.com, startswithabang.com

Koordinat titik tripel berada pada temperatur 273,16° K (0,01° C) dan pada tekanan 611,73 atmosfer (atau akan membeku pada 0° Celsius (C) dan mendidih di 100° C). Dari Diagram Fasa dapat dikenal sifat fisik air lebih jauh dengan mengubah parameter temperatur dan tekanan.

Hampir semua zat akan memuai jika dipanaskan dan menyusut jika didinginkan. Tetapi, air memiliki sedikit pengecualian. Jika suhu diturunkan, memang volume air akan makin kecil seperti lainnya. Namun pada suatu ketika volume air justru membesar meskipun suhunya tetap diturunkan. Jadi ada suhu di mana air memiliki volume paling kecil. Jika pada suhu tersebut air dipanaskan, volumenya akan bertambah besar, dan jika pada suhu tersebut air didinginkan, volumenya akan membesar. Sifat air yang demikian disebut anomali air. Pada tekanan 1 atmosfer, volume terkecil air adalah ketika berada pada suhu 3,98° C . Dengan demikian, volume es lebih besar daripada volume air pada suhu 4° C. Karena volumenya paling kecil, maka massa jenis yang terbesar terjadi saat suhu 3,98° C. Anomali di atas hanya dapat diterangkan oleh sifat polarisasi air dan ikatan hidrogen. Kondisi polar menyebabkan molekul-molekul air bergandengan di mana kutub negatif pada O akan bergandengan dengan atom H dari molekul air lain yang bermuatan positif. Dalam bentuk es, di mana molekul air (H_2O) diam, mereka tersusun seperti kisi kristal yang terbuka (lihat gambar 8) dan struktur

Gambar 7. Kurva kerapatan jenis air pada suhu 1-12°C. Sumber: morietta.edu

Gambar 8.
Struktur Molekul Es
(sumber: G. Nemethy and Scheraga, 1962. Journ. of Phys. Chem no. 36, 3387)

tersebut yang menyebabkan berat jenis es lebih kecil daripada air.

Ketika danau di daerah bersuhu dingin membeku, es yang terbentuk akan mengapung di atas permukaan air. Hal ini terjadi karena massa jenis es lebih kecil daripada air yang bersuhu 1° C sampai 4° C. Itulah sebabnya permukaan danau sudah menjadi es, namun di dasarnya masih berupa air. Begitu juga bila kita membuat es batu dengan menggunakan pendingin (refrigerator), volume air sebelum menjadi es akan jauh lebih kecil dibandingkan setelah seluruh air telah berubah menjadi es. Apabila es dipanaskan, ikatan hidrogen akan putus atau bengkok dan struktur menjadi lebih rapat yang berarti berat jenis air membesar sampai pada suhu 4° C atau 277° K.

6. Tegangan Permukaan Air

Dalam keadaan cair, molekul air yang berada pada permukaan (antarmuka cairan dan udara) berada pada posisi tarikan ke dalam yang kuat dari molekul dalam cairan, tanpa diimbangi tarikan molekul dari udara. Akibatnya, molekul-molekul pada permukaan membentuk seperti lapisan yang mempunyai kekuatan atau tegangan permukaan. Adanya tegangan ini dapat kita buktikan dengan meletakkan dengan hati-hati jarum atau silet pada permukaan air tersebut. Logam akan ditahan pada permukaan. Dengan adanya tegangan permukaan tersebut, air mempunyai beberapa keuntungan yang penting bagi kehidupan, yakni:

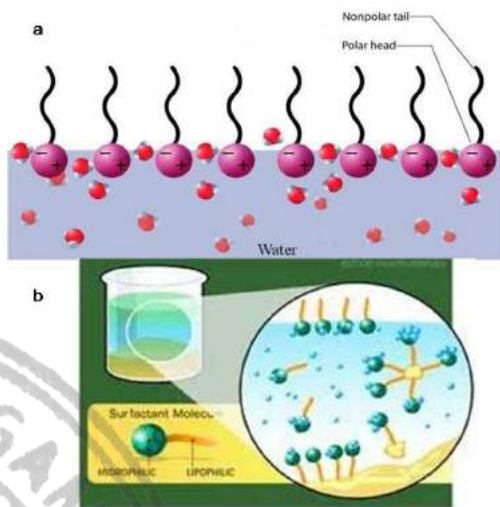
1. Air hujan berbentuk bulat kecil karena adanya tegangan permukaan. Tetesan air akan mencari luas permukaan yang minimal, yakni berbentuk bulat.
2. Banyak binatang kecil seperti serangga meletakkan telur-

telurnya pada permukaan, sehingga dengan mudah larva-larvanya akan hidup dalam air.

3. Binatang seperti bebek atau burung-burung air dengan mudah dapat berenang karena adanya tegangan permukaan, sehingga air tidak membasahi bulu mereka. Unggas air tersebut akan susah berenang apabila ke dalam air dimasukkan deterjen yang menurunkan tegangan permukaan.
4. Pengisapan air dari dalam tanah oleh akar menuju batang dan daun berdasarkan sifat kapiler akibat tegangan permukaan air.

Bergantung pada jenis tanaman dan dibantu oleh sinar matahari yang menyinari daun, beberapa pohon dapat tumbuh baik di tanah kering. Contoh, pohon semangka dan melon dapat tumbuh baik di musim kering. Kekuatan daya isap secara kapiler tersebut pada beberapa pohon amat besar dan dapat mencapai ketinggian puluhan meter. Ini menunjukkan kekuatan yang melebihi daya sedot pompa air yang kadang tak lebih dari 15 meter.

Tegangan permukaan cairan dapat diturunkan dengan menambahkan suatu zat yang bertindak sebagai surfaktan. Kata

Gambar 9. Fenomena tegangan permukaan air. Sumber: bloody2.com; ece.eng.wayne.com; livac.uk; princeton.edu

Gambar 10.
Surfaktan: (a) di permukan air dan (b) di dalam masa air. Sumber: comons.wikimedia.org; entertaintment.howstuffworks.com

surfaktan (*surfactant*) berasal dari singkatan *surface active agent*. Zat ini biasanya merupakan suatu senyawa organik yang terdiri dari kepala (*head*) yang bersifat hydrophyl dan ekor (*tail*) yang bersifat hydrophob. Oleh karenanya, molekul surfaktan memiliki bagian yang larut dan bagian yang tidak larut dalam air. Molekul surfaktan akan segera menuju ke bagian permukaan air di mana bagian yang larut akan tetap berada dalam air, sedangkan bagian yang tidak larut akan berada di luar air, misalnya di udara atau di dalam minyak apabila air bercampur minyak. Surfaktan adalah senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan cairan sehingga memudahkan penyebaran serta mengurangi tegangan permukaan antarcairan, atau antara cairan dengan zat padat. Daya larut zat/ unsur/senyawa akan meningkat apabila ke dalam air kita tambahkan zat yang bersifat surfaktan, yang di antaranya dikenal dengan istilah sabun atau deterjen. Selain untuk melarutkan dan mencuci, surfaktan banyak dipakai untuk berbagai penggunaan, antara lain: pendispersi minyak, pelembut serat, perekat, pestisida, dll.

BAB III

DISTRIBUSI AIR

Air di bumi terdapat di mana-mana, bahkan di dalam benda padat sekalipun, selama dia memiliki kesarangan atau pori-pori, karena umumnya ruang kesarangan mengandung air. Akan tetapi kondisi keterdapatan dan sifat-sifat air di setiap tempat berbeda-beda, tergantung pada kondisi setempat. Selain itu, dengan adanya energi panas matahari, molekul air selalu bergerak, berpindah dari suatu tempat ke tempat lain, dan selalu dalam keadaan yang menuju perubahan, dari padat menjadi cair, menjadi gas, atau sebaliknya.

A. Daur Air

Meski air mendominasi penampakan planet dari luar angkasa, keterdapatan air di bumi terbatas hanya di bagian permukaannya yang dikenal dengan hidrosfer (lapisan air). Bagian terbesar air menempati bagian-bagian terendah muka padatan bumi dalam bentuk laut dan samudra. Permukaan laut dan samudera meliputi kira-kira 71% permukaan bumi, tetapi laut dan samudra menyimpan sekitar 97% jumlah air yang ada di bumi. Cadangan yang cukup besar dijumpai dalam bentuk es di kutub dan di puncak-puncak gunung atau dalam bentuk salju yang menutupi dataran yang terletak pada lintang rendah di musim dingin (lihat tabel 3). Di daratan dalam, air dijumpai dalam bentuk aliran permukaan (sungai) dan genangan di danau-danau, rawa, kolam, sawah. Di samping itu, air terdapat di atmosfer dalam bentuk uap yang biasa pula tampak sebagai awan, dan di dalam tanah dan batuan sebagai airtanah dangkal dan air tanah dalam yang biasa kita ambil dari sumur gali maupun sumur bor, atau keluar sebagai mata air.

Pada kenyataannya air selalu berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya dan bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya dengan adanya aliran arus, baik di laut maupun di darat (sungai), dan adanya pergerakan angin. Pergerakan ini disertai pula dengan perubahan fasa dari fasa gas (uap) menjadi cair (air) dan padat (es). Dengan demikian, setiap molekul pada suatu saat akan berubah menjadi bentuk yang lain dalam kurun waktu rata-rata tertentu untuk setiap bentuk (liht tabel 4). Pergerakan dan perubahan ini berjalan secara terus-menerus dan pada suatu saat akan kembali lagi kepada bentuk semula.

Proses daur air merupakan salah satu proses yang di dalam Al-Qur'an sering tersurat, didekripsikan secara rinci dan mudah dimengerti,

Tabel 3. Jumlah dan proporsi bentuk air di bumi.

Bentuk air	Volume	%
Air laut (Samudra)	1,320,000,000 km^3	97,2
Es	25,000,000 km^3	1,8
Air tanah	13,000,000 km^3	0.9
Air permukaan (di darat)	250,000 km^3	0,1
Uap air	13,000 km^3	0,002

walaupun dengan ayat yang relatif singkat.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللّٰهَ يُزْجِيْ سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهٗ ثُمَّ يَجْعَلُهٗ
رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلٰلِهٖ ۚ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاۤءِ
مِنْ جِبَالٍ فِيْهَا مِنْۢ بَرَدٍ فَيُصِيْبُ بِهٖ مَنْ يَّشَاۤءُ وَيَصْرِفُهٗ عَنْ
مَّنْ يَّشَاۤءُ ۗ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهٖ يَذْهَبُ بِالْاَبْصَارِ

Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menjadikan awan bergerak perlahan, kemudian mengumpulkannya, lalu Dia menjadikannya bertumpuk-tumpuk, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya dan Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, (yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran es) itu kepada siapa yang Dia kehendaki dan dihindarkan-Nya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan. (an-Nūr/24: 43).

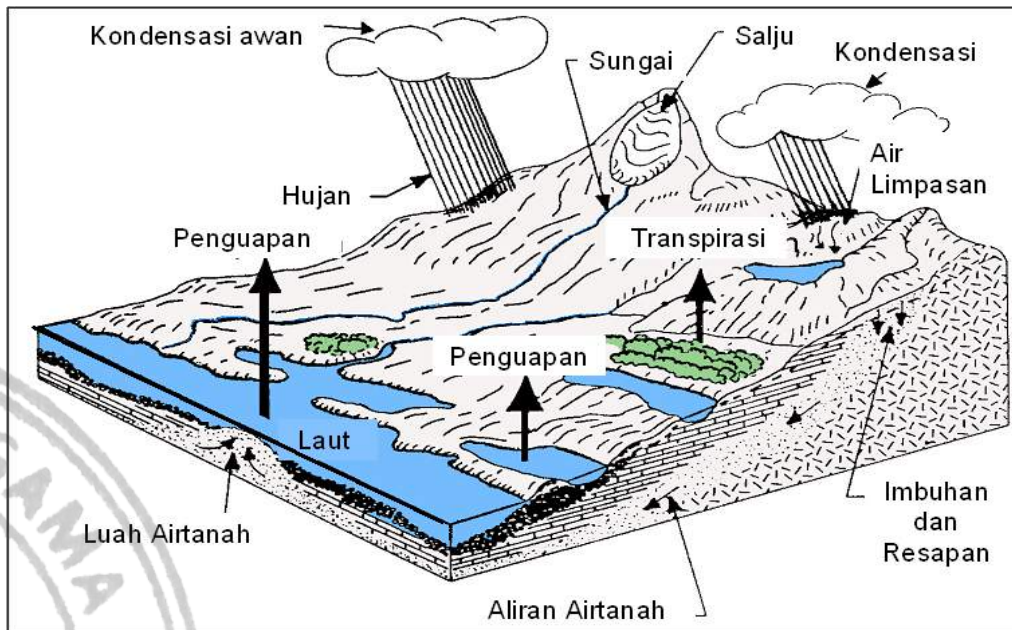
اَللّٰهُ الَّذِيْ يُرْسِلُ الرِّيٰحَ فَتُثِيْرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهٗ فِى السَّمَاۤءِ
كَيْفَ يَشَاۤءُ وَيَجْعَلُهٗ كِسَفًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ
خِلٰلِهٖ ۚ فَاِذَآ اَصَابَ بِهٖ مَنْ يَّشَاۤءُ مِنْ عِبَادِهٖٓ اِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُوْنَ

Allah-lah yang mengirimkan angin, lalu angin itu menggerakkan awan dan Allah membentangkannya di langit menurut yang Dia kehendaki, dan menjadikannya bergumpal-gumpal, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya, maka apabila Dia menurunkannya kepada hamba-hamba-Nya yang Dia kehendaki tiba-tiba mereka bergembira. (ar-Rūm/30; 48)

Daur air bisa diuraikan secara sederhana sebagai berikut. Uap air di udara, apabila jumlahnya sudah cukup banyak, akan terkumpul menjadi awan. Begitu uap air di dalam awan sudah mencapai titik jenuh, ia akan berkondensasi menjadi air yang kemudian dijatuhkan ke bumi menjadi hujan. Pada daerah di mana suhu udara lebih rendah daripada titik beku air, kondensasi air akan membentuk fasa padat yang dijatuhkan dalam bentuk salju atau es. Dengan pemanasan, salju akan mencair. Air lelehan salju, sebagaimana air hujan, akan mengaliri dan menggenangi bagian-bagian terendah permukaan bumi dalam bentuk sungai, danau, atau rawa di daratan dan akhirnya akan mengalir ke laut. Sebagian aliran air ini akan meresap ke dalam

Tabel 4.
Umur rata-rata berbagai bentuk air

Bentuk air	Waktu tinggal rata-rata
Air laut	3200 tahun
Es di kutub	20–100 tahun
Salju musiman	2–6 bulan
Kelembapan tanah	1–2 bulan
Air tanah dangkal	100–200 tahun
Air tanah dalam	10.000 tahun
Danau (besar)	50–100 tahun
Sungai	2–6 bulan
Atmosfer	9 hari

Gambar 11. Diagram daur air.
Sumber: prairiewaternews.ca

bumi, mengalir dan tersimpan di dalam tanah dan batuan dalam bentuk airtanah dalam dan air tanah dangkal. Dengan adanya panas matahari, sebagian air yang mengalir dan menggenangi daratan dan lautan akan menguap ke udara dan bergerak bersama pergerakan angin. Pada lokasi-lokasi tertentu, kelembapan tersebut akan terkumpul menjadi awan, dan apabila mencapai titik jenuh akan dipresipitasikan kembali sebagai hujan atau salju dan es (lihat gambar 11).

Penyebab pergerakan ini adalah perbedaan suhu di muka bumi yang juga selalu berubah-ubah mengikuti rotasi bumi yang menyebabkan siang dan malam dan peredaran bumi mengitari matahari (evolusi).

Allah berfirman,

وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَاۤءِ مِنْ رِّزْقٍ فَاَحْيَا بِهِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ اٰيٰتٌ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ ۝٥ تِلْكَ اٰيٰتُ اللّٰهِ نَتْلُوْهَا عَلَيْكَ بِالْحَقِّ ۚ فَبِاَيِّ حَدِيْثٍۢ بَعْدَ اللّٰهِ وَاٰيٰتِهٖ يُؤْمِنُوْنَ ۝٦

Dan pada pergantian malam dan siang dan hujan yang diturunkan Allah dari langit lalu dengan (air hujan) itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering); dan pada perkisaran angin terdapat pula tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti. Itulah ayat-ayat Allah yang Kami bacakan kepadamu dengan sebenarnya; maka dengan perkataan mana lagi mereka akan beriman setelah Allah dan ayat-ayat-Nya.(al-Jāṡiyah/45: 5-6).

Yang dimaksud dengan tanda-tanda adalah tanda-tanda kekuasaan, keagungan dan kasih sayang Allah yang tidak terbatas. Pada proses-proses pergantian malam dan siang, hujan yang diturunkan Allah dari langit, perkisaran angin dan semua kehidupan, hanya sedikit orang yang mau memahami dan mengambil pelajaran dan manfaat darinya. Sejatinya dengan adanya proses-proses tersebut, manusia dan makhluk hidup lainnya mendapatkan manfaat darinya.

Menurut Wahbah Zuḥailī dalam *al-Tafsīr al-Wasīṭ*, di dalam Al-Qur'an terjadi pengulangan penyebutan tanda-tanda yang menunjukkan eksistensi Allah, seperti penciptaan langit (dan lapisan-lapisan atmosfer), lapisan dan irisan bumi, penciptaan manusia dan hewan, perbedaan siang dan malam beserta akibat-akibatnya, turunnya hujan yang menjadi salah satu penyebab terjadinya proses ekonomi, dan pergerakan angin dari berbagai penjuru. Bagi orang beriman cukuplah tanda-tanda itu menjadi motivator untuk mengagungkan Allah. Akan tetapi bagi mereka yang ingkar dan sombong, tak ada lagi keterangan yang dapat menjelaskan dengan benar sesudah Al-Qur'an itu, yang dapat mengantarkannya menuju keimanan.[4]

Selain sebagai tanda (*sign*) yang menakjubkan dan diharapkan dapat membawa kepada kemantapan iman kepada Allah, hal tersebut juga secara pragmatis dimanfaatkan oleh makhluk untuk hidup dan berpenghidupan sesuai dengan fenomena alam tersebut dengan terus melakukan penyesuaian-penyesuaian terhadap sunnatullah tersebut. Bahkan, dengan pikiran yang Allah anugerahkan kepada manusia, mereka diharuskan mengatasi berbagai masalah yang dihadapi dalam kehidupannya; bagaimana mengatasi agar air yang mengalir di sungai dapat dibendung untuk mengairi sawah yang tempatnya lebih tinggi daripada aliran sungai. Atau bagaimana membuat air supaya bisa dibekukan dan didinginkan sehingga terciptalah *freezer* dan kulkas. Pendek kata, manusia dapat mengontrol secara terbatas berbagai kemungkinan yang dapat dilakukan untuk menyesuaikan kehendak manusia dengan sunnatullah yang telah ada dan diciptakan oleh Yang Maha Pencipta, misalnya bagaimana manusia dapat mengontrol siklus hidrologi dengan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki manusia.

Salah satu upaya kontrol manusia terhadap siklus hidrologi adalah membuat apa yang disebut hujan buatan. Proses kondensasi

dalam pembentukan hujan di angkasa dipicu oleh adanya inti kondensasi, yakni titik-titik air atau partikel polutan seperti debu. Inti kondensasi itulah penyebab pembentukan kondensat air yang lebih besar dan cukup berat untuk jatuh berupa hujan. Semakin banyak inti kondensasi, semakin mudah awan atau uap air membentuk hujan. Hal ini dapat kita amati, bagaimana daerah-daerah yang dekat dengan pabrik semen sebagai sumber emisi debu halus ke angkasa, merupakan daerah yang relatif lebih sering hujan daripada tempat yang jauh dari pabrik.

Selain itu, mekanisme kondensasi uap air dalam pembentukan hujan dapat dimanfaatkan untuk membuat hujan. Hujan buatan dapat dilakukan ketika air diperlukan untuk mengisi waduk dan menyirami daerah yang dilanda kekeringan. Penyebaran inti kondensasi seperti bubuk garam (NaCl) dengan pesawat terbang akan mempercepat kondensasi uap yang ada menjadi hujan. Pembuatan hujan akan berhasil apabila memang masih ada cukup uap/awan, dan penyebaran inti-inti kondensasi dilakukan dengan tepat. Meski demikian, hujan buatan hanya dapat dibuat apabila jumlah uap air di atmosfer dalam bentuk kelembapan udara mencukupi. Apabila tidak maka hujan buatan tidak dapat diwujudkan. Jadi, apa yang disebut hujan buatan sebenarnya hanya merupakan proses kondensasi yang dipercepat. Setelah kondensasi terjadi, seringkali hujan buatan tersebut jatuh di daerah yang tidak diinginkan, karena meski dapat diperkirakan, namun perubahan arah dan kecepatan angin tidak dapat dikontrol.

Rasulullah mencontohkan kepada kita untuk melakukan salat Istisqā' memohon kepada Allah agar diturunkan hujan. Biasanya hal ini terkait dengan panjangnya musim kering sehingga membahayakan kehidupan tanaman, binatang, dan manusia. Ini dapat dimengerti karena hakikatnya, hujan turun adalah kehendak Allah, baik sedikit maupun banyak. Allah dalam Al-Qur'an berfirman bahwa Dia-lah yang mengarahkan awan menuju daerah-daerah yang dikehendaki-Nya untuk menjadi hujan dan menghidupkan tanah yang mati.

وَهُوَ الَّذِيْ يُرْسِلُ الرِّيٰحَ بُشْرًاۢ بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهٖ ۗ حَتّٰٓى اِذَآ اَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَاَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاۤءَ فَاَخْرَجْنَا بِهٖ مِنْ كُلِّ الثَّمَرٰتِۗ كَذٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتٰى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُوْنَ

Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan rahmat-Nya (hujan), sehingga

apabila angin itu membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian Kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran. (Al-A'rāf/7: 57)

Dari firman di atas jelaslah bahwa hujan turun berdasarkan kehendak Allah, dan adalah wajar apabila dalam musim kering yang panjang orang-orang beriman memohon kemurahan Allah untuk menurunkan hujan. Tentu akan sangat positif apabila doa dan salat Istisqā' itu dibarengi pula dengan upaya pembuatan hujan buatan untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup di wilayah yang dilanda kekeringan ketika galibnya sudah memasuki musim hujan.

Menurut Abū Ḥafṣ Sirājuddīn an-Nu'mānī, setelah Allah menguraikan benda-benda angkasa seperti langit, bintang, matahari, bulan, sebagai tanda-tanda kebesarannya, Allah mengiringinya dengan menyebutkan benda-benda atau peristiwa-peristiwa yang terjadi di bagian bawah, tepatnya di atas bumi ini. Hal-hal yang termasuk dalam alam bawah (di dalam dan di atas permukaan bumi) adalah flora, fauna, barang tambang, dan peristiwa-peristiwa yang berpengaruh di angkasa (*al-āṡār al-'ulwiyyah*), meliputi angin, awan, dan hujan. Ketiga hal inilah yang berpengaruh secara berantai dan kemudian menyebabkan tumbuh-tumbuhan dan aneka hayati tumbuh di permukaan tanah.[5] Tidak dapat diingkari bahwa keterkaitan awan (uap air), angin, dan hujan merupakan anugerah dari Allah yang menyebabkan manusia dan makhluk-makhluk lainnya memperoleh berbagai kebutuhan hidup yang saling terkait antara satu dengan lainnya.

B. Air Laut

Laut merupakan keajaiban berikutnya dalam kehidupan makhluk di planet ini. Air laut tidak pernah beristirahat barang sekejap pun dalam bentuk gelombang air atau gerakan di bawah permukaannya. Kadangkala gelombang itu membentuk berbagai pola yang dapat dikatakan beraturan, tapi pada saat yang berbeda gerak itu tampak sama sekali kacau, atau gelombang itu sangat rendah sehingga riak-riaknya seolah tak terasa. Jelasnya, setiap partikel air itu timbul tenggelam, bergerak ke depan dan ke belakang, tiada henti.[6] Air laut menutup lebih dari 70% permukaan bumi, yaitu 3/5 dari belahan bumi utara. Sementara kedalaman rata-rata laut sekitar 3.800 m, bandingkan dengan

ketinggian rata-rata daratan yang hanya sekitar 840 m. Terdapat 300 kali lebih banyak ruang hidup yang tersedia dalam lautan daripada di darat dan di udara bila digabungkan. Orang menjumpai kehidupan yang berlimpah di dekat permukaan laut dan kehidupan yang langka di kedalaman yang terdalam.[7] Al-Qur'an berbicara banyak sekali tentang laut, meskipun Nabi Muhammad, berdasarkan riwayat yang ada, diketahui tidak pernah melaut atau berlayar mengarungi samudra luas. Salah satu dari sekian banyak ayat tentang laut adalah firman Allah,

وَهُوَ الَّذِيْ سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوْا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَّتَسْتَخْرِجُوْا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُوْنَهَاۚ وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيْهِ وَلِتَبْتَغُوْا مِنْ فَضْلِهٖ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُوْنَ

Dan Dialah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur. (an-Naḥl/16: 14)

Dalam *Tafsīr Fatḥul-Qadīr*, Asy-Syaukānī menjelaskan bahwa Allah telah menganugerahkan kepada manusia kemudahan mobilitas di laut dengan berbagai alat transportasi laut dan potensi penangkapan ikan dan hasil laut lainnya seperti mutiara. Dalam rangkaian ayat ini, sebelum dan sesudahnya, disebutkan seca-ra integral nikmat-nikmat Allah di bumi, di langit, dan di laut (samudra). Hal itu dimaksudkan sebagai penyadaran terhadap manusia akan keesaan dan kekuasaan Allah sebagai Pencipta.[8]

Terdapat dua hasil laut yang disebut dalam ayat tersebut di atas, yaitu daging segar dan perhiasan. Menurut az-Zamakhsyarī, yang dimaksud dengan daging segar adalah ikan, sementara penyertaan kata "segar" menunjukkan bahwa dalam waktu relatif singkat daging ikan akan cepat rusak. Adapun yang dimaksud dengan kata perhiasan (*ḥilyah*) pada ayat di atas adalah mutiara (*lu'lu'*) dan marjan.[7] Penyebutan daging (ikan) segar merupakan representasi hasil laut yang pada umumnya dikonsumsi oleh manusia. Betapa banyak biota laut berlimpah-limpah disediakan oleh Allah di lautan mulai dari ikan segar dalam berbagai bentuk dan rasanya, hingga rumput laut yang halal dikonsumsi dan bermanfaat bagi kesehatan manusia.

Laut yang luasnya melebihi daratan merupakan salah satu area tempat manusia mencari

penghidupan yang menakjubkan. Wilayah yang kadang tampak tak bertepi dengan kedalaman yang mencapai ribuan meter menyimpan sejumlah besar air yang tak terhitung volumenya, bergerak dan bergelombang setiap saat; sungguh, menurut logika manusia, bukanlah diciptakan oleh tangan manusia. Keanekaan hayati dan bahan mineral yang tersimpan di bawah permukaan laut tak terbayangkan jumlah dan asal-muasalnya. Makhluk hidup seperti ikan terus bereproduksi dalam jumlah yang sangat banyak untuk menyediakan mata rantai makanan bagi aneka makhluk, termasuk manusia. Kalaupun terjadi saling memangsa, hal itu tidak seharusnya dilihat sebagai bentuk sadisme antarmereka, melainkan sebagai sebuah mekanisme yang dibuat oleh Sang Pencipta agar keseimbangan hidup di alam tetap terjadi secara alamiah. Sekiranya tidak ada mekanisme seperti itu maka hampir dapat dipastikan seluruh lautan akan dipenuhi oleh ikan karena reproduksinya yang bersifat masal. Demikian pula proses alamiah bagaimana peran laut dalam menyediakan air untuk penguapan yang dengan mudah dibawa oleh angin dan menjadi hujan di berbagai wilayah yang mungkin sangat jauh dari lautan.

Manusia yang berakal sehat akan meyakinkan dirinya bahwa eksistensi laut dan aneka kehidupan di dalamnya pasti diciptakan oleh Yang Mahakuasa. Di dalam Al-Qur’an dengan tegas disebutkan bahwa Pencipta langit dan bumi, termasuk laut di dalamnya, adalah Allah.

اَللّٰهُ الَّذِيْ خَلَقَ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ وَاَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَخْرَجَ بِهٖ مِنَ الثَّمَرٰتِ رِزْقًا لَّكُمْۚ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِى الْبَحْرِ بِاَمْرِهٖۚ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْاَنْهٰرَ

Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian dengan (air hujan) itu Dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu; dan Dia telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan Dia telah menundukkan sungai-sungai bagimu (Ibrāhīm/14: 32).

Memang, hanya orang-orang yang memfungsikan akalnya dengan baik yang dapat merenungkan kemahakuasaan Allah dari fenomena alam. Laut adalah ciptaan Allah yang menakjubkan, terbentang luas seolah tak bertepi, menghubungkan antara satu tempat ke tempat lain, dengan mudah digunakan berlayar oleh aneka bentuk dan bobot kapal pengangkut barang, dari sampan-

sampan kecil hingga kapal-kapal tanker, anjungan pengebor minyak lepas pantai, industri kelautan, dan berbagai macam keperluan yang dapat diperoleh di/atau melalui lautan. Pendek kata, langit dan bumi beserta seluruh isinya, pergantian siang dan malam, kemudahan mobilitas di lautan, fenomena hujan yang berperan menghijaukan bumi, reproduksi makhluk-makhluk di atasnya, adalah tanda-tanda kebesaran dan kemahakuasaan Pencipta, Allah *Subhānahū wata'ālā*. Mari kita renungkan ayat berikut!

اِنَّ فِيْ خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِيْ تَجْرِيْ فِى الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَاۤءِ مِنْ مَّاۤءٍ فَاَحْيَا بِهِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيْهَا مِنْ كُلِّ دَاۤبَّةٍۖ وَّتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاۤءِ وَالْاَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti (al-Baqarah/2: 164)

مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ يَلْتَقِيٰنِۙ ﴿١٩﴾ بَيْنَهُمَا بَرْزَخٌ لَّا يَبْغِيٰنِۚ ﴿٢٠﴾

Dia membiarkan dua laut mengalir yang (kemudian) keduanya bertemu, di antara keduanya ada batas yang tidak dilampaui oleh masing-masing.). (ar-Raḥmān/55 : 19-20)

وَهُوَ الَّذِيْ مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هٰذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَّهٰذَا مِلْحٌ اُجَاجٌۚ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَّحِجْرًا مَّحْجُوْرًا

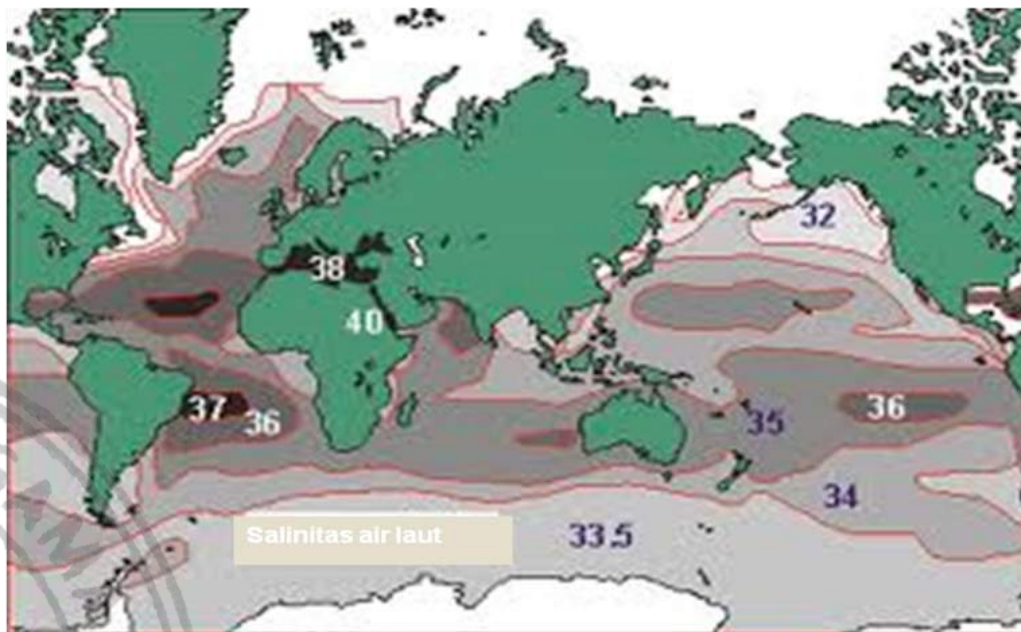
Dan Dialah yang membiarkan dua laut mengalir (berdampingan); yang ini tawar dan segar dan yang lain sangat asin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang tidak tembus.(al-Furqān/25: 53)

Gambaran umum air laut adalah asin, tetapi keasinan ini tidak merata; setiap laut memiliki salinitasnya sendiri-sendiri. Bahkan dalam suatu bentangan samudra yang sama, salinitas air laut bervariasi dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Rata-rata garam yang terlarut di dalam air laut adalah sebesar 35 gram per satu liter air, sangat banyak dibandingkan dengan air tawar yang umumnya mengandung beberapa ratus miligram garam per satu liternya.

Apabila kita tambahkan air tawar ke dalam air garam pada suatu wadah maka kita akan menjumpai air di dalam wadah tersebut berubah menjadi air garam yang lebih encer,

dengan proses yang terjadi hampir seketika. Untuk proses pada skala kecil, kejadian tersebut memang demikian adanya. Tetapi apabila proses ini menyangkut massa yang besar, misalnya pada pencampuran air sungai dan air laut di muara, kita akan dapati bahwa kedua massa air tidak tercampur dengan serta-merta. Proses pencampuran pada dasarnya adalah waktu serta zona atau lokasi peralihan di antara keduanya, di mana sifat-sifat air merupakan campuran antara keduanya. Zona dan waktu peralihan ini berbeda-beda dari suatu tempat ke tempat lainnya, bisa terjadi seketika atau memakan waktu lama, dan bisa meliputi area yang sangat luas atau setempat. Pada beberapa muara sungai, batas antara air laut dan air sungai seringkali dapat dilihat dan tampak sebagai garis batas yang jelas antara keduanya, terutama ketika air laut memiliki warna yang berbeda dari warna air sungai, misalnya ketika air sungai membawa lumpur.

Demikian pula keadaannya di laut lepas. Meskipun antara satu laut dengan laut lainnya yang ada di permukaan bumi ini saling berhubungan, dan terdapat aliran air dari satu laut ke laut lainnya, tetapi kegaraman air laut antara satu dengan lainnya tetap berbeda (lihat gambar 13). Laut-laut yang terletak di sekitar daratan yang beriklim gurun pada umumnya memiliki kegaraman yang tinggi karena besarnya penguapan. Misalnya Laut Tengah atau Laut Mediterania yang berdekatan dengan memiliki kegaraman rata-rata sekitar 38 gr/l dan Laut Merah yang terletak antara Sahara dan Gurun Arab memiliki kegaraman sekitar 40 gr/l. Kegaraman tertinggi, sekitar 3 persen, dijumpai di Laut Mati yang merupakan laut tertutup terletak di daerah Palestina, dimana masukan air tawar ke danau sedikit sekali, curah hujan amat rendah, sedangkan penguapan tinggi sepanjang tahun.

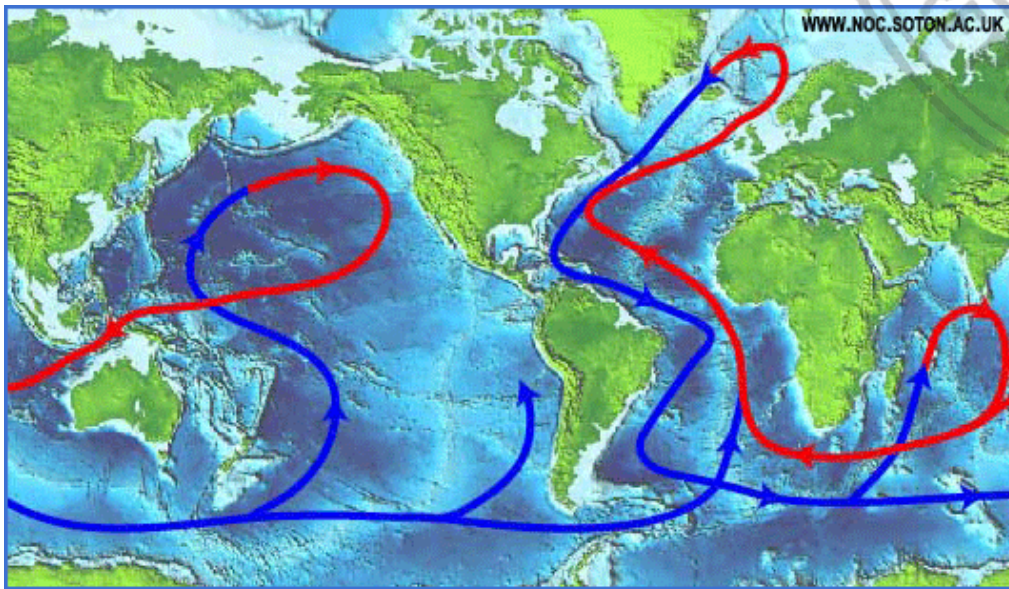
Gambar 12.
Air sungai dan air laut di muara: tidak tercampur.

Gambar 13.
Sebaran kegaraman air laut di muka bumi. sumber: quickstep.com

Daerah di sepanjang khatulistiwa mempunyai tingkat penguapan yang tinggi sepanjang tahun, tetapi daerah ini memiliki curah hujan yang juga tinggi, sehingga air laut di sini mengalami pengenceran terus-menerus yang menghindarkannya dari peningkatan kegaraman. Semakin dekat ke daerah kutub, intensitas rata-rata tahunan pemanasan oleh sinar matahari semakin berkurang, sehingga penguapan di daerah ini relatif kecil. Sementara itu, presipitasi dalam bentuk salju atau pembekuan air laut yang membentuk es di daerah ini mencairkannya sebagian pada musim panas, dan mengencerkan perairan di sekitarnya.

Seperti telah diuraikan terdahulu, pada dasarnya salinitas air laut selalu berkaitan dengan suhu dan berat jenis air laut. Semakin tinggi suhu air, semakin tinggi pula kemampuannya untuk melarutkan garam. Dengan meningkatnya jumlah garam yang terlarut, berat jenis air laut akan meningkat. Di lain pihak, pada batas-batas tertentu, kenaikan suhu air akan menyebabkan volume air mengalami pemuaian sehingga semakin panas air akan memiliki volume yang lebih besar. Uniknya, volume terkecil molekul air terjadi pada suhu sedikit di atas titik bekunya, yaitu pada suhu 3,98° C. Penurunan suhu air yang terjadi di

bawah suhu ini (3,98° C) juga akan menyebabkan pemuaian, sehingga es memiliki berat jenis yang lebih rendah daripada air dan mengapung di dalam air. Distribusi salinitas dan suhu air laut yang tidak merata di permukaan bumi menyebabkan adanya pergerakan arus air dan angin. Proses yang memicu pergerakan ini sangat kompleks dan melibatkan pula tenaga dari luar seperti rotasi bumi, topografi dasar laut, maupun hubungan antara laut satu dengan lainnya.

Distribusi rapat massa yang tergantung pada tingkat kegaraman, temperatur, dan tekanan udara, juga memiliki peran penting. Aliran arus permukaan yang hangat dari kawasan tropis mengalir melintasi khatulistiwa menuju Lautan Atlantik Utara dan Laut Norwegia, untuk kemudian mengalami pendinginan. Akibat pendinginan ini terjadi peningkatan rapat massa, dan laut bergerak ke bawah sebagai aliran arus bawah, dan bergerak menuju Lautan Atlantik Selatan, Lautan Hindia, dan Lautan Pasifik. Gerakan aliran arus bawah ini dikenal sebagai pola sirkulasi thermohalin, yang gerakannya sering diidentikkan dengan *conveyor belt* yang menggerakkan air, temperatur, dan sifat-sifat lainnya, serta materi-materi di lautan.

Apa yang dijelaskan di atas adalah gambaran global mengenai pergerakan arus laut. Dalam kenyataannya pergerakan arus

Gambar 14. Lintasan dan arah *great ocean conveyor belt*. Merah = arus panas di permukaan, Biru = arus termohalin dingin di kedalaman laut. sumber:windows2universe.org

laut adalah lebih kompleks. Sebagai contoh adalah apa yang digambarkan oleh seorang ahli kelautan, yang mengatakan bahwa di bawah garis khatulistiwa di Lautan Pasifik, Atlantik dan Lautan Hindia, terdapat arus yang bergerak melawan arus permukaannya, dan dikenal sebagai *Pasific Equatorial Undercurrent,* atau disebut juga sebagai *Cromwell Current.* Arus ini bergerak ke timur, yang menentang arus *Pasific South Equatorial Current,* yang bergerak ke barat. Arus yang mempunyai ketebalan 150 m dan panjang 402 km, dan batas atasnya antara 42–91 m, selalu bergerak di bawah khatulistiwa. Air laut yang bergerak dalam aliran arus Cromwell ini, yang bergerak ke timur menentang aliran arus ke barat, antara keduanya terdapat batas. Batas antara dua aliran arus laut ini tidak hanya sebatas wilayah yang disebutkan di atas, tetapi juga ditemui di Selat Gibraltar maupun di sebelah timur Jepang (lihat gambar 14).

C. Air di Permukaan Bumi

Air sungai mengalir dari hulu menuju danau atau laut lepas. Sungai secara alamiah terbentuk oleh arus air dari sumber-sumber air di pegunungan atau ketika air hujan tak terserap oleh tanah. Di mana ada pegunungan maka di situ pula ada sungai yang mengalirkan air di bagian bawahnya. Sungai itu mengalirkan air yang dalam perjalanannya menyediakan manfaat bagi berbagai makhluk, termasuk manusia. Penyebutan sungai dalam Al-Qur'an sering digandengkan dengan gunung-gunung, seperti dapat kita baca dalam ayat berikut.

وَهُوَ الَّذِيْ مَدَّ الْاَرْضَ وَجَعَلَ فِيْهَا رَوَاسِيَ وَاَنْهٰرًا ۗ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرٰتِ جَعَلَ فِيْهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِى الَّيْلَ النَّهَارَ ۗ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ

Dan Dia yang menghamparkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai di atasnya. Dan padanya Dia menjadikan semua buah-buahan berpasang-pasangan; Dia menutupkan malam kepada siang. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir (ar-Ra'd/13: 3)

Kata *anhār* merupakan jamak dari kata *nahr* selalu ditemukan dalam bentuk jamak dan pada umumnya bertutur tentang sungai-sungai yang mengalir di surga. Beberapa ayat di antaranya menjelaskan tentang sungai-sungai yang kita kenal di lingkungan kita. Menurut Al-Alūsī, kata *nahr* (dengan jamak *anhār* atau *nuhūr*) digunakan secara khusus untuk menunjukkan makna air yang mengalir di bumi (*wa tuṭlaqu 'alal-miyāh as-sā'ilah 'alal-*

arḍ).[10] Sungai yang mengalirkan air deras seringkali pada awalnya hanya bersumber dari mata air kecil di pegunungan lalu bertemu dari berbagai cabang aliran air menjadi besar mengalir sampai jauh, menghanyutkan apa saja yang ada di dalamnya. Di sela-sela batu pegunungan, di antara rerimbunan dedaunan dan pepohonan hijau, seringkali dijumpai mata air yang sangat jernih dan tidak atau belum terkontaminasi oleh bahan-bahan kimia. Mata air yang muncul dari celah-celah bebatuan telah dinyatakan oleh Al-Qur'an, dalam Surah al-Baqarah/2: 74.

ثُمَّ قَسَتْ قُلُوْبُكُمْ مِّنْ بَعْدِ ذٰلِكَ فَهِيَ كَالْحِجَارَةِ اَوْ اَشَدُّ قَسْوَةً ۗ وَاِنَّ مِنَ الْحِجَارَةِ لَمَا يَتَفَجَّرُ مِنْهُ الْاَنْهٰرُ ۗ وَاِنَّ مِنْهَا لَمَا يَشَّقَّقُ فَيَخْرُجُ مِنْهُ الْمَاۤءُ ۗ وَاِنَّ مِنْهَا لَمَا يَهْبِطُ مِنْ خَشْيَةِ اللّٰهِ ۗ وَمَا اللّٰهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُوْنَ

Kemudian setelah itu hatimu menjadi keras, sehingga (hatimu) seperti batu, bahkan lebih keras. Padahal dari batu-batu itu pasti ada sungai-sungai yang (airnya) memancar daripadanya. Ada pula yang terbelah lalu keluarlah mata air daripadanya. Dan ada pula yang meluncur jatuh karena takut kepada Allah. Dan Allah tidaklah lengah terhadap apa yang kamu kerjakan. (al-Baqarah/2: 74).

Ayat ini berbicara tentang adanya manusia yang berhati keras bagai batu, diberi nasihat atau tidak diberi nasihat sama saja tanpa bekas. Begitu kerasnya ia melebihi batu cadas, lalu Allah menceritakan bahwa sekeras-kerasnya batu ada di antaranya yang mengalirkan air dalam jumlah besar, bahkan dari celah-celahnya mengucur mata air yang jernih.[11] Dari mata air ini mengalirlah sejumlah debit air yang diperlukan oleh makhluk hidup sepanjang alirannya hingga ke laut dan siap bersirkulasi ulang.

اَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَسَالَتْ اَوْدِيَةٌ ۢبِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا رَّابِيًا ۗ وَمِمَّا يُوْقِدُوْنَ عَلَيْهِ فِى النَّارِ ابْتِغَاۤءَ حِلْيَةٍ اَوْ مَتَاعٍ زَبَدٌ مِّثْلُهٗ ۗ كَذٰلِكَ يَضْرِبُ اللّٰهُ الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ ەۗ فَاَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاۤءً ۚ وَاَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِى الْاَرْضِ ۗ كَذٰلِكَ يَضْرِبُ اللّٰهُ الْاَمْثَالَ

Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah ia (air) di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengambang. Dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula) buihnya seperti (buih arus) itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan tentang yang benar dan yang batil. Adapun buih, akan hilang sebagai sesuatu yang tidak ada gunanya; tetapi yang bermanfaat bagi manusia, akan tetap ada di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan. (ar-Ra'd/13, 17)

Dengan adanya gaya gravitasi, air di permukaan tanah selalu bergerak

menuju tempat yang lebih rendah berupa air limpasan yang kemudian mengaliri saluran-saluran, parit-parit, dan sungai-sungai. Pada tempat-tempat yang dilaluinya aliran air akan mengangkut segala yang dapat diseretnya. Dengan demikian, air limpasan yang dihasilkan hujan pada dasarnya melakukan pencucian terhadap tempat-tempat yang dilaluinya. Meskipun pengangkutan kotoran itu terjadi selama pengaliran, sampai dengan batas-batas tertentu aliran air tersebut tidak akan jenuh dengan kotoran, dan akan terus mempunyai kemampuan untuk mencuci dan membersihkan, karena air yang mengalir memiliki daya pulih membersihkan dirinya sendiri (*self purification*) dari kotoran yang terlarut di dalamnya. Pencemar yang masuk ke dalam perairan, dalam batas-batas tertentu, pada suatu saat akan menghilang secara alami sehingga aliran air akan bersih (pulih) seperti sedia kala. Hanya saja, apabila jumlah pencemar yang masuk melebihi batas kemampuan alami untuk dibersihkan maka pencemar itu akan terakumulasi dan bisa mencemari air tanah.

Kemampuan aliran air sungai untuk memelihara atau mengembalikan aliran air pada kondisi yang tetap atau selalu kembali segar (bersih) meski terdapat pencemar yang memasukinya, dikenal dengan istilah Daya Pulih Kembali (*self purification*). Proses ini berkaitan dengan proses-proses kimia, fisika, dan biologi yang terjadi pada suatu aliran air. Mekanisme utama yang menyebabkan proses pembersihan pada aliran ini adalah reaksi oksidasi yang terjadi antara oksigen yang terlarut di dalam air dengan senyawa terlarut lainnya yang menyebabkan terjadinya proses penguraian zat-zat pencemar secara kimia. Pada air yang mengalir, pasokan oksigen ke dalam air tidak pernah terhenti karena adanya riak, percikan, terjunan air, dan sebagainya, yang menyebabkan oksigen di dalam udara tercampur ke dalam air. Selama pasokan oksigen tidak terhenti maka penguraian zat-zat terlarut akan berlangsung terus-menerus, dengan dipercepat oleh aktivitas biota dan jasad renik air. Hasil akhir proses-proses penguraian ini sebagian besar akan berupa gas, dan sebagian lainnya yang memiliki berat jenis tinggi umumnya berbentuk padatan. Gas sebagai bagian yang ringan dari hasil proses penguraian tersebut akan mengapung di atas permukaan air membentuk buih-buih yang kemudian menguap. Sedangkan bagian hasil proses penguraian yang berat akan tenggelam dan

Gambar 15. Riak arus aliran sungai yang kasar berbatu menarik masuknya oksigen ke dalam air, mengurai pengotor dan menghasilkan buih.

mengendap. Dengan demikian aliran air semakin lama akan semakin bersih, walaupun tidak akan menjadi air murni tanpa zat terlarut.

Pengukuran Daya Pulih Kembali suatu aliran sungai biasanya menggunakan indikator tingkat kebersihan yang meliputi: Kemasaman (pH), Oksigen Terlarut (DO = *Dissolved Oxygen*), Kebutuhan Oksigen Biologis (*BOD = Biological Oxygen Demand*), dan Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD = *Chemical Oxygen Demand*).

Adanya mekanisme pemurnian dalam aliran air diisyaratkan di dalam Surah ar-Ra‘d/13: 17, dan Allah memakai mekanisme tersebut sebagai perumpamaan agar orang pandai menjaga sesuatu yang bermanfaat, yaitu yang hak (diibaratkan sebagai air bersih dan logam), dan melepaskan segala hal yang tidak bermanfaat, yaitu yang batil (diibaratkan dengan buih, baik yang terdapat pada aliran air maupun pada logam yang dilebur)

Secara fisik, aliran air mengakibatkan pula pengikisan tanah dan batuan pada tempat-tempat yang dilaluinya. Proses pengikisan ini dikenal dengan istilah erosi. Hasil erosi yang terangkut aliran air ini pada suatu saat akan diendapkan di tempat ketika kecepatan arus melemah atau terhenti. Proses pengendapan ini biasa disebut proses sedimentasi. Proses erosi dan sedimentasi yang berjalan terus-menerus sepanjang sejarah bumi telah membentuk rupa permukaan bumi yang sekarang

kita lihat. Lereng gunung berjurang-jurang di antaranya terjadi karena torehan aliran sungai, demikian pula lembah-lembah terjadi karena proses pengikisan terus-menerus dataran oleh aliran sungai. Oleh karena itu, besar dan dalamnya suatu lembah yang terbentuk ditentukan oleh besarnya aliran air yang melaluinya serta lamanya lembah itu dilalui sungai. Adapun dataran yang rata terjadi karena proses sedimentasi. Semua pengaruh iklim dan pergerakan air yang menyebabkan terjadinya dinamika di permukaan bumi, dalam ilmu geologi di kelompokkan menjadi energi eksogen. Di dalam Al-Qur'an, bekerjanya gaya eksogen di atas permukaan bumi tergambar di antaranya pada ayat berikut.

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَسَالَتْ اَوْدِيَةٌۢ بِقَدَرِهَا

Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah ia (air) di lembah-lembah menurut ukurannya, (ar-Ra'd/13: 17)

Terjadinya erosi di berbagai wilayah di bumi pada umumnya karena ulah manusia yang menebangi pohon (*illegal logging*), membabat hutan, membakar semak-semak, yang membuat serapan-serapan dan kantong-kantong air menjadi tidak lagi berfungsi seperti sedia kala. Allah telah menegaskan bahwa banyaknya kerusakan di darat dan di laut diakibatkn oleh perbuatan manusia, seperti dapat dibaca dalam Surah ar-Rūm/30: 41

Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (ar-Rūm/30: 41)

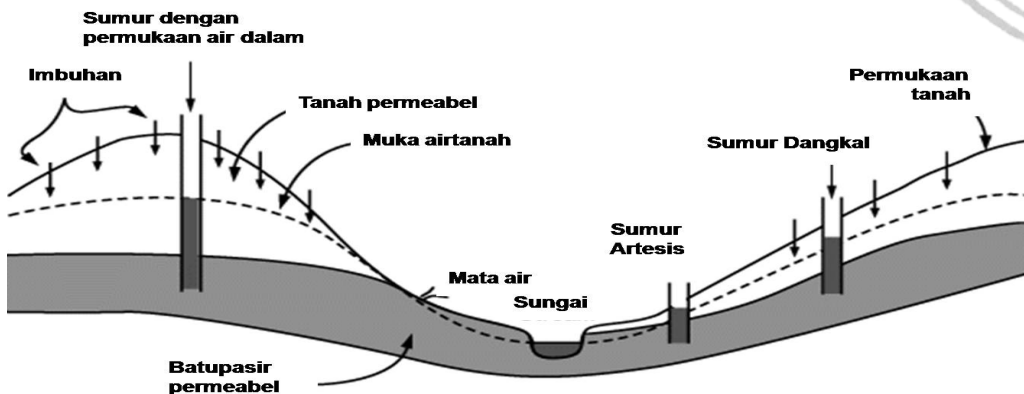
Gambar 16. Proses erosi dan sedimentasi: air mengikis tanah dan membentuk rupa bumi. Sumber: learner.org; scienceimage.csiro.au; maf.govt.nz

D. Air di Dalam Bumi

اَلَمْ تَرَ اَنَّ اللّٰهَ اَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَسَلَكَهٗ يَنَابِيْعَ فِى الْاَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهٖ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا اَلْوَانُهٗ ثُمَّ يَهِيْجُ فَتَرٰىهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهٗ حُطَامًا ۗاِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَذِكْرٰى لِاُولِى الْاَلْبَابِ

Apakah engkau tidak memperhatikan bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkan-Nya tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian menjadi kering, lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal sehat. (az-Zumar/39:21)

Setelah jatuh di bumi air hujan akan terbagi menjadi tiga bagian. Bagian pertama menguap kembali karena pemanasan; bagian kedua mengalir di permukaan sebagai air sungai atau menggenang di danau, kolam, sawah, atau cekungan tanah; dan bagian ketiga meresap ke dalam tanah. Sebagian dari yang meresap ke dalam tanah akan tetap tertahan di dalam tanah sebagai kelembapan tanah atau mengalir ke dalam lapisan batuan yang lebih dalam dan tersimpan sebagai air tanah dalam.

Di daerah hilir yang lebih rendah, air tanah dalam ini akan keluar kembali sebagai mata air di hulu-hulu sungai atau pada tebing-tebing yang tertoreh. Apabila air tanah ini mendapat tekanan yang cukup kuat, mata air bahkan dapat menyembur ke atas sebagai mata air artesis (lihat gambar 17 dan 18).

Gambar 17. Imbuhan dan keterdapatan airtanah sumber: icsu.scope.org

Gambar 18.
Sumur Artesis
sumber: hays.outcrop.org

وَفَجَّرْنَا الْاَرْضَ عُيُوْنًا فَالْتَقَى الْمَاۤءُ عَلٰٓى اَمْرٍ قَدْ قُدِرَ

Dan Kami jadikan bumi menyemburkan mata-mata air maka bertemulah (air-air) itu sehingga (meluap menimbulkan) keadaan (bencana) yang telah ditetapkan. (al-Qamar/54: 12)

Air di dalam bumi, dinamai air tanah, secara umum dapat dibedakan dua bagian. Yang pertama disebut air tanah dangkal, menempati bagian dekat permukaan, termasuk di dalamnya kelembapan tanah dan air tanah dangkal atau air sumur. Yang kedua biasa disebut air tanah dalam yang distilahkan untuk air di dalam bebatuan atau air yang terletak pada kedalaman lebih dari 50 meter. Di dalam tanah maupun di dalam batuan, air menempati ruang antarbutir atau kesarangan media yang dikenal pula dengan nama ruang pori-pori. Umumnya terdapat hubungan antara satu ruang pori dengan pori lainnya yang memungkinkan air bergerak di antara butiran sehingga membentuk aliran air tanah. Sekeras-kerasnya batu memiliki ruang pori, dan ini dijadikan perumpamaan dalam al Qur’an.

ثُمَّ قَسَتْ قُلُوْبُكُمْ مِّنْۢ بَعْدِ ذٰلِكَ فَهِيَ كَالْحِجَارَةِ اَوْ اَشَدُّ قَسْوَةً ۗ وَاِنَّ مِنَ الْحِجَارَةِ لَمَا يَتَفَجَّرُ مِنْهُ الْاَنْهٰرُ ۗ وَاِنَّ مِنْهَا لَمَا يَشَّقَّقُ فَيَخْرُجُ مِنْهُ الْمَاۤءُ ۗ وَاِنَّ مِنْهَا لَمَا يَهْبِطُ مِنْ خَشْيَةِ اللّٰهِ ۗ وَمَا اللّٰهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُوْنَ

Kemudian setelah itu hatimu menjadi keras, sehingga (hatimu) seperti batu, bahkan lebih keras. Padahal dari batu-batu itu pasti ada sungai-sungai yang (airnya) memancar daripadanya. Ada pula yang terbelah lalu keluarlah mata air daripadanya. Dan ada pula yang meluncur jatuh karena takut kepada Allah. Dan Allah tidaklah lengah terhadap apa yang kamu kerjakan. (al-Baqarah/2: 74)

Pada bagian permukaan tanah, kesarangan ini berhubungan pula secara langsung dengan udara bebas, sehingga memungkinkan pertukaran udara dan air antara bagian-bagian di atas dan di bawah permukaan tanah. Melalui hubungan kesarangan ini pula terjadi proses-proses penguapan air ke udara dan imbuhan air permukaan ke dalam tanah, yang menjadi pasokan awal air tanah.

Pada lapisan tanah atau batuan di sekitar permukaan peran air yang dikandungnya, baik sebagai air tanah maupun sebagai kelembapan, amat penting bagi kehidupan dan pertumbuhan tanaman. Proses masuknya airtanah ke dalam akar tumbuhan berjalan melalui proses osmosis. Proses osmosis merupakan salah satu proses pergerakan air dari satu sel ke sel lainnya yang bersebelahan, dari mulai air dalam tanah, ke dalam akar, ke dalam batang, daun atau bunga dan buah sampai akhirnya menguap ke udara. Proses penguapan air di daun melalui stomata, dikenal dengan istilah transpirasi, menyebabkan air di dalam sel berkurang dan larutan di dalam sel menjadi pekat. Kepekatan larutan di dalam sel tersebut melebihi kepekatan sel tetangganya yang letaknya lebih jauh dari stomata. Dinding sel adalah membran semi permeabel yang dapat melalukan air dan ion-ion/molekul tertentu yang ukurannya memadai atau muatan listrik yang berlawanan, tapi tidak zat atau molekul-molekul terlarut lainnya yang berukuran lebih besar atau bermuatan sama. Pada dinding sel inilah berlangsung proses osmosis, seperti telah pula diuraikan terlebih dahulu. Dengan adanya proses osmosis berantai dan transpirasi yang terus-menerus maka larutan di dalam sel-sel tumbuhan menjadi lebih pekat, termasuk dalam sel-sel akar sehingga air tanah pun mengalir ke dalam akar dengan mengangkut ion-ion yang terlarut di dalam air tanah sebagai hara (nutrisi atau makanan) bagi tanaman.

Fenomena di atas menerangkan bahwa tanah tidak akan berfungsi apa pun untuk tumbuh-tumbuhan tanpa adanya air. Dan sumber air tanah adalah air hujan (atau salju yang mencair) yang diturunkan dari langit. Berulang kali Al-Qur’an menyatakan fenomena ini dalam ayat-ayatnya, antara lain:

Tidakkah engkau memperhatikan, bahwa Allah menurunkan air (hujan) dari langit,

sehingga bumi menjadi hijau? Sungguh, Allah Mahahalus, Maha Mengetahui. (al-Ḥajj/22: 63)

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً مُّبٰرَكًا فَاَنْۢبَتْنَا بِهٖ جَنّٰتٍ وَّحَبَّ الْحَصِيْدِۙ ﴿٩﴾ وَالنَّخْلَ بٰسِقٰتٍ لَّهَا طَلْعٌ نَّضِيْدٌۙ ﴿١٠﴾ رِّزْقًا لِّلْعِبَادِۙ وَاَحْيَيْنَا بِهٖ بَلْدَةً مَّيْتًاۗ كَذٰلِكَ الْخُرُوْجُ ﴿١١﴾

Dan dari langit Kami turunkan air yang memberi berkah lalu Kami tumbuhkan dengan (air) itu pepohonan yang rindang dan biji-bijian yang dapat dipanen. Dan pohon kurma yang tinggi-tinggi yang mempunyai mayang yang bersusun-susun, (sebagai) rezeki bagi hamba-hamba (Kami), dan Kami hidupkan dengan (air) itu negeri yang mati (tandus). Seperti itulah terjadinya kebangkitan (dari kubur). (Qāf/50:11)

اَمَّنْ خَلَقَ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ وَاَنْزَلَ لَكُمْ مِّنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَنْۢبَتْنَا بِهٖ حَدَاۤىِٕقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مَا كَانَ لَكُمْ اَنْ تُنْۢبِتُوْا شَجَرَهَاۗ ءَاِلٰهٌ مَّعَ اللّٰهِ ۗبَلْ هُمْ قَوْمٌ يَّعْدِلُوْنَ

Bukankah Dia (Allah) yang menciptakan langit dan bumi dan yang menurunkan air dari langit untukmu, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu kebun-kebun yang berpemandangan indah? Kamu tidak akan mampu menumbuhkan pohon-pohonnya. Apakah di samping Allah ada tuhan (yang lain)? Sebenarnya mereka adalah orang-orang yang menyimpang (dari kebenaran). (an-Naml/27: 60)

Sementara itu, air di dalam pori-pori tanah tertahan dengan besar gaya yang berbeda. Semakin kecil ukuran pori, semakin kuat air tertahan di dalamnya. Pada pori-pori yang tidak jenuh, semakin tipis lapisan air menyelimuti butiran, semakin kuat air tertahan. Tetapi terdapat sejumlah air di dalam tanah yang tidak dapat tercuci ke dalam lapisan di bawahnya karena tertahan oleh pori-pori kapiler. Air ini hanya bisa diambil dari pori-pori oleh pemanasan (penguapan) atau oleh isapan osmotis akar. Besarnya konsentrasi garam di dalam tanah menyebabkan air sulit diserap akar karena tekanan osmotiknya sama atau bahkan lebih besar daripada tekanan osmotik akar. Oleh karena itu, kekeringan bisa disebabkan oleh kurangnya air atau tingginya kegaraman air tanah.

Pori-pori tanah atau batuan di dekat permukaan, terutama pada dataran tinggi atau lahan-lahan miring, umumnya tidak dijenuhi air. Batas antara bagian tanah yang tidak jenuh dan jenuh air adalah permukaan air tanah, atau permukaan air sumur pada lubang-lubang sumur yang digali. Posisi muka airtanah ini umumnya sejajar atau mengikuti bentuk permukaan tanah. Oleh karena itu, gunung-gunung atau tanah tinggian, terutama di daerah beriklim basah, sebenarnya merupakan menara

air bagi tempat-tempat yang lebih rendah karena menyimpan air pada pori-porinya. Air yang terdapat di sekitar muka air tanah yang miring umumnya selalu bergerak ke tempat yang lebih rendah dengan kecepatan yang jauh lebih rendah daripada air permukaan, ditentukan oleh permeabilitas tanah atau batuan. Pada bidang perpotongan antara muka air dan permukaan tanah, umumnya terletak pada tekuk lereng atau kaki lereng atau lereng yang tertoreh, air keluar berupa mata-mata air dan kemudian mengalir berupa air sungai atau mengumpul sebagai air danau. Keadaan tersebut diuraikan dalam Surah an-Naml/27: 61.

أَمَّنْ جَعَلَ الْأَرْضَ قَرَارًا وَجَعَلَ خِلَالَهَا أَنْهَارًا
وَجَعَلَ لَهَا رَوَاسِيَ وَجَعَلَ بَيْنَ الْبَحْرَيْنِ حَاجِزًا ۗ
أَإِلَٰهٌ مَعَ اللَّهِ ۚ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْلَمُونَ

Bukankah Dia (Allah) yang telah menjadikan bumi sebagai tempat berdiam, yang menjadikan sungai-sungai di celah-celahnya, yang menjadikan gunung-gunung untuk (mengokohkan)nya dan yang menjadikan suatu pemisah antara dua laut? Apakah di samping Allah ada tuhan (yang lain)? Sebenarnya kebanyakan mereka tidak mengetahui. (an-Naml/27 : 61)

Dilihat dari kesinambungan aliran air, gunung dan sungai sesungguhnya merupakan pasangan karena adanya gunung sebagai penampung air hujan yang melepasnya sedikit demi sedikit, luah aliran air sungai dapat berkelanjutan, selama proses pengimbuhan air hujan ke dalam tanah di daerah gunung tidak mendapat hambatan yang berarti. Dalam hal ini fungsi gunung adalah untuk mengokohkan (aliran) sungai.

وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا ۖ
وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ ۖ يُغْشِي اللَّيْلَ
النَّهَارَ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Dan Dia yang menghamparkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai di atasnya. Dan padanya Dia menjadikan semua buah-buahan berpasang-pasangan; Dia menutupkan malam kepada siang. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir. (ar-Ra'd/13: 3)

Air tanah, khususnya air tanah-dalam pada umumnya memiliki kualitas yang baik: bersih dan tawar tetapi mengandung cukup unsur mineral yang terlarut. Oleh karena itu umumnya orang lebih suka mengambil air sumur daripada mengkonsumsi air permukaan, terutama di daerah di mana aliran air permukaannya sudah banyak dipergunakan.

E. Air di Atmosfer

اللّٰهُ الَّذِيْ يُرْسِلُ الرِّيٰحَ فَتُثِيْرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهٗ فِى السَّمَاۤءِ كَيْفَ يَشَاۤءُ وَيَجْعَلُهٗ كِسَفًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلٰلِهٖۚ فَاِذَآ اَصَابَ بِهٖ مَنْ يَّشَاۤءُ مِنْ عِبَادِهٖٓ اِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُوْنَ

Allah-lah yang mengirimkan angin, lalu angin itu menggerakkan awan dan Allah membentangkannya di langit menurut yang Dia kehendaki, dan menjadikannya bergumpal-gumpal, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya, maka apabila Dia menurunkannya kepada hamba-hamba-Nya yang Dia kehendaki tiba-tiba mereka bergembira.(ar-Rūm 30:48)

Air di atmosfer dijumpai dalam bentuk gas (uap) sebagai hasil penguapan air di permukaan laut serta genangan atau aliran air di permukaan daratan yang terpanaskan oleh sinar matahari, dan dari transpirasi tumbuhan. Kandungan uap air di atmosfer didefinisikan sebagai kelembapan udara yang berbeda dari suatu tempat ke tempat lainnya.

Proses penguapan air ke udara pada dasarnya merupakan proses pendinginan, karena untuk menguapkan air (atau es) diperlukan sejumlah energi. Sebaliknya pada udara yang cukup dingin, uap air akan terkondensasi menjadi butiran air (atau langsung membeku menjadi salju atau es) dan apabila sudah cukup berat akan jatuh (presipitasi) menjadi hujan (atau hujan salju, hujan es). Di lain pihak perbedaan suhu mengakibatkan perbedaan tekanan dan pergerakan udara. Udara yang lebih dingin dan lembap akan mempunyai tekanan yang lebih tinggi, dan akan bergerak ke tempat yang bertekanan rendah yang umumnya bersuhu lebih tinggi. Sifat umum lainnya adalah bahwa semakin tinggi (jauh dari permukaan bumi) udara semakin jarang, dan tekanannya semakin rendah. Karena itu, pemanasan udara akan menyebabkan pemuaian dan udara akan bergerak ke atas, sehingga udara di tempat yang kena panas bertekanan rendah. Pada lapisan atmosfer yang paling bawah (Troposfer, ketinggian di bawah 17 km) suhu udara berkurang dengan ketinggian. Maka dengan naiknya udara, terjadi pendinginan pada massa udara yang bergerak tersebut. Secara umum, perbedaan suhu dan tekanan udara menjadi faktor utama yang mengendalikan kandungan uap air di udara yang juga selalu bergerak sebagai embusan angin.

وَهُوَ الَّذِيْ يُرْسِلُ الرِّيٰحَ بُشْرًاۢ بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهٖۗ حَتّٰٓى اِذَآ اَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ

فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاۤءَ فَأَخْرَجْنَا بِهٖ مِنْ كُلِّ الثَّمَرٰتِۗ كَذٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتٰى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُوْنَ

Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan rahmat-Nya (hujan), sehingga apabila angin itu membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian Kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran (al-A‘rāf 7:57)

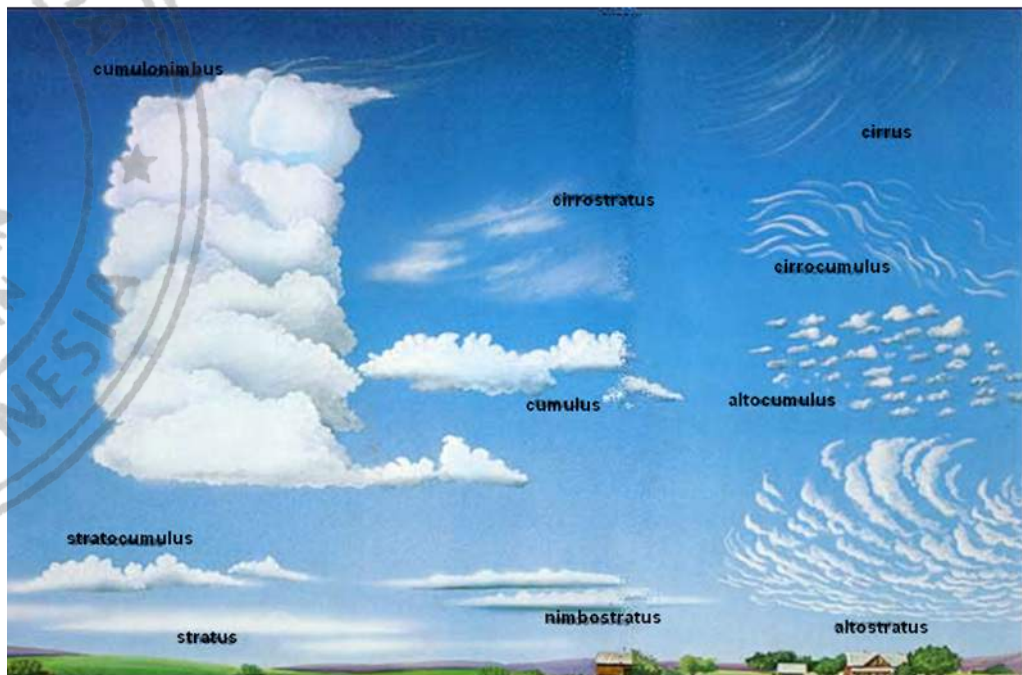
Kandungan uap air yang cukup tinggi di udara akan tampak sebagai awan (atau kabut). Tidak semua awan yang terbentuk akan menjadi hujan. Awan-awan yang tipis, seperti awan cirrus, seringkali hilang karena uap yang terakumulasi bergerak terpencar lagi oleh embusan angin atau pemanasan yang lebih kuat. Awan yang hampir dipastikan akan turun menjadi hujan adalah awan tebal yang bergumpal-gumpal dan menumpuk sangat tinggi, dikenal dengan nama awan cumulonimbus (lihat gambar 19 dan 20). Al-Qur’an menyatakan tentang awan ini berkali-kali, di antaranya:

اَلَمْ تَرَ اَنَّ اللّٰهَ يُزْجِيْ سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهٗ ثُمَّ يَجْعَلُهٗ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلٰلِهٖۚ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاۤءِ

مِنْ جِبَالٍ فِيْهَا مِنْۢ بَرَدٍ فَيُصِيْبُ بِهٖ مَنْ يَّشَاۤءُ وَيَصْرِفُهٗ عَنْ مَّنْ يَّشَاۤءُۗ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهٖ يَذْهَبُ بِالْاَبْصَارِ

Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menjadikan awan bergerak perlahan, kemudian mengumpulkannya, lalu Dia menjadikannya bertumpuk-tumpuk, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya dan Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, (yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran es) itu kepada siapa yang Dia kehendaki dan dihindarkan-Nya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan. (an-Nūr/24: 43)

Adanya pergerakan massa udara pada suatu tempat dengan kecepatan berbeda menyebabkan adanya gesekan-gesekan antar massa-massa udara yang memiliki tekanan dan suhu berbeda. Gesekan-gesekan pada batas massa udara yang berbeda ini menghasilkan muatan listrik yang semakin lama semakin tinggi tegangannya antara satu massa dengan yang lainnya. Pada tegangan tertentu, perbedaan muatan ini akan menghasilkan lompatan muatan listrik yang disertai dengan suara ledakan atau gemuruh yang kita kenal dengan halilintar atau guruh. Halilintar sering kita dapati pada gumpalan-gumpalan awan tebal yang bergerak dengan cepat. Seringkali sambaran halilintar ini

Gambar 19.
Cumulonimbus: awan bertumpuk pembawa hujan
sumber: weblog.wgntv.com

Gambar 20. Type-type awan
sumber: es.lancs.ac.uk

mencapai bumi dan menimbulkan kerusakan berupa kebakaran atau bahkan kematian hewan atau manusia. Karenanya, apabila guntur dan halilintar mulai terdengar, tidak sedikit orang yang merasa ketakutan. Allah dalam hal ini berfirman,

Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya, Dia memperlihatkan kilat kepadamu untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dengan air itu dihidupkannya bumi setelah mati (kering). Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi kaum yang mengerti. (ar-Rūm/30:24)

Proses peguapan air di alam dan kondensasi uap menjadi hujan pada dasarnya adalah proses pemurnian air, seperti halnya proses destilasi air di laboratorium. Uap adalah molekul-molekul air yang berubah fasa menjadi gas. Ketika menguap itulah molekul air terbang meninggalkan bahan-bahan terlarutnya. Meskipun di antara bahan terlarut tersebut terdapat gas (misalnya CO_2, NOx atau metan) atau zat yang juga dapat berubah fasa menjadi gas (misalnya khlor), penguapan akan memisahkan air dari pengotornya. Oleh karena itu air hujan pada dasarnya adalah air murni.

وَهُوَ الَّذِيْٓ اَرْسَلَ الرِّيٰحَ بُشْرًاۢ بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهٖۚ وَاَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً طَهُوْرًا

Dan Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang sangat bersih (al-Furqān/25; 48)

Tetapi di masa kini banyak terjadi hujan yang jatuh di lingkungan yang udaranya sudah tercemar. Air hujan yang demikian ini membawa serta gas-gas pengotor udara (umumnya sulfur) yang terlarut di dalam air hujan. Fenomena ini dikenal sebagai hujan asam yang kini menimbulkan masalah serius di daerah industri berat, terutama yang memakai batubara sebagai sumber energi.

Sejatinya, Allah telah menciptakan air hujan dalam keadaan bersih untuk berbagai keperluan makhluk dan menyuburkan tanah yang tandus. Akan tetapi ulah sebagian manusialah yang mengakibatkan air yang tadinya murni dan bersih menjadi terkontaminasi. Adakalanya perbuatan itu tidak disadari dampak negatifnya, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, dan adakalanya sangat disadari, meski kesadaran itu kalah oleh ketamakan. Manusia tak lagi peduli akan keberlangsungan hidup makhluk di alam yang menjadi milik bersama, termasuk milik generasi-generasi yang akan datang. Peringatan ini telah difirmankan oleh Allah untuk kita

perhatikan, betapa tangan-tangan manusia seringkali menyebabkan malapetakan lingkungan hidup yang sangat serius. Dalam Surah ar-Rūm/30: 41 Allah berfirman,

Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (ar-Rūm/30: 41)

BAB IV
PERAN DAN MANFAAT AIR

Air telah menjadi zat yang amat penting dalam kehidupan makhluk hidup, bahkan untuk mekanisme kosmos secara keseluruhan. Tidak mengherankan jika di dalam Al-Qur'an ditemukan banyak sekali ayat yang berbicara tentang air, mulai dari keberadaannya sebagai tanda kebesaran Allah, mekanisme dan siklus air di bumi, manfaatnya bagi kehidupan makhluk, prasarana transportasi, instrumen untuk bersuci, hingga pencemaran yang mungkin terjadi akibat ulah manusia yang tak menghargai dan mensyukuri anugerah Allah. Di antara ayat-ayat yang berbicara tentang peran dan manfaat air dapat dibaca misalnya dalam Surah Qāf/50: 9-11

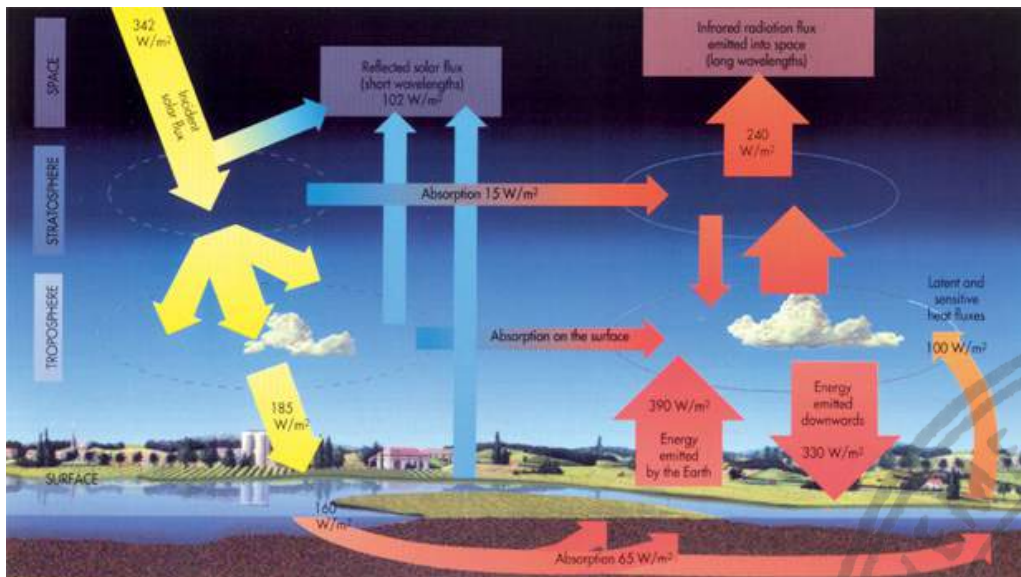
Dan dari langit Kami turunkan air yang memberi berkah lalu Kami tumbuhkan dengan (air) itu pepohonan yang rindang dan biji-bijian yang dapat dipanen. Dan pohon kurma yang tinggi-tinggi yang mempunyai mayang yang bersusun-susun, (sebagai) rezeki bagi hamba-hamba (Kami), dan Kami hidupkan dengan (air) itu negeri yang mati (tandus). Seperti itulah terjadinya kebangkitan (dari kubur). (Qāf/50: 9-11)

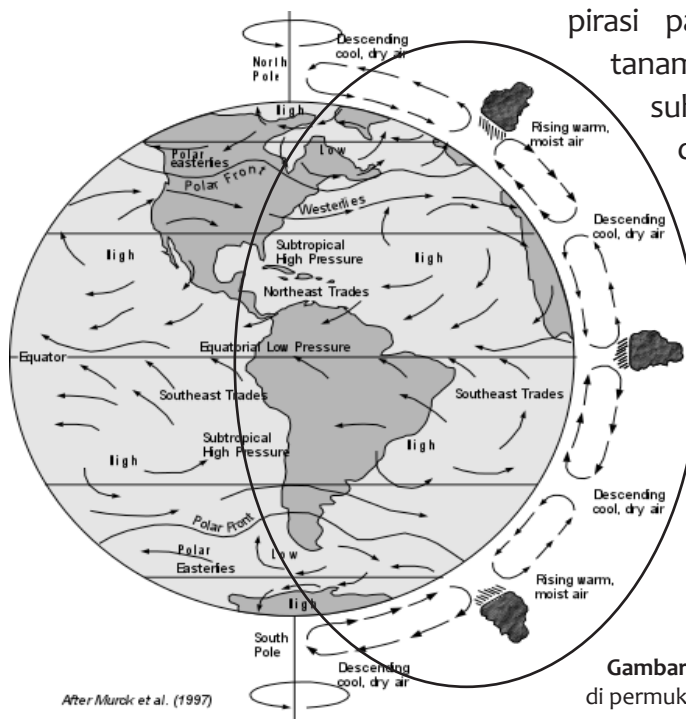
Manfaat utama air di muka bumi ini adalah sebagai sumber dan pemelihara kehidupan, termasuk kehidupan manusia. Banyak sekali ayat dalam Al-Qur'an yang menyatakan bahwa kehidupan (tumbuhan, hewan, dan segala kehidupan) di muka bumi terjadi dengan adanya air. Kelebihan lainnya bagi umat manusia, air bermanfaat pula untuk kesejahteraannya melalui berbagai jenis penggunaan. Terlalu banyak kalimat yang dibutuhkan untuk menguraikan manfaat air satu per satu dalam tulisan ini. Karenanya, hanya beberapa dari peran dan manfaat penting air bagi kehidupan di muka bumi serta untuk kesejahteraan manusia yang dapat dibahas dalam buku ini.

A. Stabilisator Suhu Bumi

Seperti diuraikan sebelumnya, bumi dapat dihuni manusia dan makhluk hidup lain pada umumnya dikarenakan bumi memiliki jarak tertentu dari matahari, dan matahari pun memiliki ukuran tertentu pula, sehingga permukaan bumi memiliki suhu yang memungkinkan adanya air dan kehidupan berlangsung. Meskipun demikian, tidak semua tempat di permukaan bumi ada kehidupan. Di kutub, karena suhu terlalu dingin maka hanya sedikit makhluk yang dapat hidup. Sebaliknya di gurun, karena terlalu panas dan karena ketiadaan air maka sangat jarang pula makhluk hidup yang dapat bertahan.

Tanpa adanya air, bumi akan terlalu panas untuk dihuni. Menurut perkiraan neraca energi radiasi panas tahunan yang dipancarkan dari dalam bumi memang tidak banyak, hanya 0,09 watt/m^2. Tetapi aliran radiasi panas harian rata-rata yang diterima dari penyinaran matahari sebesar 342 watt/m^2. Sebagai gambaran, untuk menguapkan air setebal 3 mm per hari dari setiap m^2 permukaan bumi diperlukan energi sebanyak 90 watt. Agar proses daur air bisa berlangsung, radiasi panas ini harus sampai ke permukaan bumi. Tetapi kenyataanya, rata-rata hanya sekitar 240 watt saja yang bisa sampai, sisanya

Gambar 21. Neraca energi penyinaran matahari di permukaan bumi. sumber: eo.handbook.com

yang sekitar 102 watt dipantulkan lagi oleh udara di atmosfer ke ruang angkasa. Energi yang sampai ke atmosfer dan permukaan bumi diserap dalam bentuk panas yang menyebabkan terjadinya penguapan air laut dan air permukaan lain-nya, proses fotosintesis dan evapotrans-pirasi pada proses pertumbuhan tanaman, serta menghangatkan suhu permukaan bumi, suhu air di laut dan di daratan, serta suhu udara. Tidak hanya itu, dengan terjadinya embusan angin dan aliran air, baik aliran sungai maupun arus laut, terjadi pula pemerataan panas di permukaan bumi.

Pada rangkaian pro-ses di atas, peran air sangat penting karena

Gambar 22. Sirkulasi umum peredaran angin di permukaan bumi. sumber: tulane.edu

air memiliki sifat termal yang menguntungkan. Air mempunyai kapasitas panas yang besar, yakni panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu $1^{o}C$ sebanyak 1 gram air. Data pada tabel 5 di samping ini menunjukkan bagaimana air memiliki kapasitas panas yang lebih besar dibandingkan dengan cairan maupun jenis bahan lainnya.

Tingginya kapasitas panas jenis air amat penting dalam menjaga bumi karena berpengaruh pada cuaca. Air di lautan dan danau akan menyerap atau melepas panas dalam jumlah besar dengan hanya sedikit mengalami perubahan suhu, yang itu berarti menjaga suhu atmosfer. Dapat kita bayangkan apabila tidak ada air maka pada siang hari kita akan kepanasan oleh sengatan radiasi matahari, sedangkan pada malam hari kita akan kedinginan karena bumi sangat sedikit memancarkan panas. Dalam tubuh manusia, besarnya panas jenis di atas menjadikan air sebagai termostat bagi protein dan asam nukleat, di mana struktur dan fungsinya amat bergantung pada suhu sekeliling. Ini menunjukkan bahwa Allah menciptakan air dengan sifat-sifat yang memang terukur dan bermanfaat bagi bumi dan kehidupan di atasnya. Firman Allah dalam Surah al-Mu'minūn/23:

Tabel.5

Kapasitas panas berbagai zat/benda

Zat/benda	Kapasitas Panas (Joule/g –K)
Heksana	1,7
Metanol	2,5
Air	4,2
Tembaga	0,38
Kayu Pinus	2,8

Berbagai sumber

18 menjelaskan hal tersebut sebagai berikut.

وَاَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءًۢ بِقَدَرٍ فَاَسْكَنّٰهُ فِى الْاَرْضِۖ وَاِنَّا
عَلٰى ذَهَابٍۢ بِهٖ لَقٰدِرُوْنَ

Dan Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan pasti Kami berkuasa melenyapkannya. (al-Mu'minūn/23: 18)

Ungkapan *biqadar* (sesuai ukuran) menunjukkan makna keseim-bangan. Dengan begitu, air yang diciptakan Allah menurut kadar (ukuran) yang diperlukan berfungsi memenuhi kebutuhan seluruh makhluk hidup dan juga menjaga keseimbangan suhu di bumi.

B. Asal dan Penyangga Kehidupan

اَوَلَمْ يَرَ الَّذِيْنَ كَفَرُوْٓا اَنَّ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ كَانَتَا
رَتْقًا فَفَتَقْنٰهُمَاۗ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاۤءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّۗ
اَفَلَا يُؤْمِنُوْنَ

Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi keduanya dahulunya menyatu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya; dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air; maka mengapa mereka tidak beriman? (al-Anbiyā'/21: 30)

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَآ أَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَآءِ مِنْ مَّآءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَآبَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَآءِ وَالْأَرْضِ لَآيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُونَ

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti. (al-Baqarah/2: 164)

وَاللّٰهُ خَلَقَ كُلَّ دَآبَّةٍ مِّنْ مَّآءٍ فَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِي عَلٰى بَطْنِهٖ وَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِي عَلٰى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِي عَلٰٓى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللّٰهُ مَا يَشَآءُ إِنَّ اللّٰهَ عَلٰى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sungguh, Allah Mahakuasa atas segala sesuatu. (an-Nūr/24: 45)

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَآءِ بَشَرًا فَجَعَلَهٗ نَسَبًا وَّصِهْرًا وَكَانَ رَبُّكَ قَدِيرًا

Dan Dia (pula) yang menciptakan manusia dari air, lalu Dia jadikan manusia itu (mempunyai) keturunan dan muṣaharah dan Tuhanmu adalah Mahakuasa (al-Furqān/25: 54).

Ayat-ayat Al-Qur'an di atas menyatakan bahwa Allah menciptakan kehidupan dari air, atau dapat pula berarti bahwa segala makhluk hidup berasal dari air. Ayat-ayat di atas mengisyaratkan pula bahwa air adalah sumber kehidupan, baik untuk keterdapatannya maupun untuk menjaga kelangsungannya. Sementara kenyataan yang kita dapati saat ini menunjukkan pula bahwa kehidupan hanya bisa berjalan dengan adanya air, baik pada binatang, tumbuhan, jasad renik, maupun manusia. Tampaknya sulit dimungkiri bahwa adanya kehidupan sangat tergantung pada keterdapatan air, tetapi mekanismenya seperti apa belum seluruhnya diketahui, terutama dalam hal asal mula kehidupan di muka bumi.

Kebanyakan teori asal kehidupan merupakan pengembangan dari konsep lama. *Pertama,* Abiogenesis yang diartikan sebagai penurunan kehidupan dari benda mati. Sejak lama Abiogenesis dianggap sebagai konsep yang paling dapat diterima untuk teori asal kehidupan sampai kemudian hukum Biogenesis (*omne vivum ex ovo, omne ovum ex vivo* = asal kehidupan dari kehidupan yang lain) lebih populer seiring dengan perkembangan ilmu mikrobiologi modern. Pendalaman konsep Abiogenesis umumnya mengkaji proses awal mula terbentuknya senyawa-senyawa kimia penting penyusun makhluk hidup (asam amino, protein, dan sebagainya, sampai DNA) secara alami tanpa ada kehidupan sebelumnya. Keberhasilan yang paling terkenal adalah teori sup primitif (*Soup Theory*) ketika percobaan Urey dan Miller (1953) berhasil mensintesis molekul-molekul organik dari gas anorganik (metan, amonia dan hidrogen) pada kondisi yang disimulasikan seperti keadaan awal bumi terbentuk, yang kemudian diberi muatan listrik. Hasil ini dikembangkan oleh Joan Oro (1961) yang berhasil mensintesis protein dari larutan sianida. Dari beberapa teori Abiogenesis yang berkembang ini, paling tidak dua di antaranya membicarakan kemungkinan asal kehidupan dari tanah (dan batuan).

Kedua, Deep Hot Biosphere. Konsep ini dikembangkan oleh Thomas Gold pada tahun 1990-an. Ia menyatakan bahwa kehidupan tidak berasal dari permukaan bumi, tetapi beberapa kilometer di bawah permukaannya. Kini telah diketahui bahwa kehidupan mikroba cukup banyak ditemukan sampai dengan kedalaman lima kilometer di bawah permukaan bumi dalam bentuk Archaea yang umumnya berasal dari umur yang sama atau bahkan lebih awal dari waktu mula terbentuknya bakteri. Dikemukakan bahwa andaikata ditemukan asal kehidupan di bawah permukaan planet lain pada sistem tata surya kita, maka hal itu akan meningkatkan kredibilitas konsep ini.

Ketiga, Primitive Extraterrestrial atau *Exogenesis* yang membahas kemungkinan kehidupan berasal dari luar bumi. Perkembangan terakhir, dengan berkembangnya studi tentang DNA, makin banyak ilmuwan (*creationist*) yang meyakini bahwa kehidupan hanya bisa terjadi dengan adanya desain yang pintar (*intelligent design*) dari seorang *creator (al-Khaliq).*

Keempat, Clay theory. Teori ini merupakan teori yang paling

mendekati ayat-ayat tentang penciptaan manusia yang menya-takan bahwa manusia diciptakan dari tanah.

هُوَ الَّذِيْ خَلَقَكُمْ مِّنْ طِيْنٍ ثُمَّ قَضٰىٓ اَجَلًاۗ وَاَجَلٌ مُّسَمًّى عِنْدَهٗ ثُمَّ اَنْتُمْ تَمْتَرُوْنَ

Dialah yang menciptakan kamu dari tanah, kemudian Dia menetapkan ajal (kematianmu), dan batas waktu tertentu yang hanya diketahui oleh-Nya. Namun demikian kamu masih meragukannya. (al-An‘ām/6: 2)

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْاِنْسَانَ مِنْ صَلْصَالٍ مِّنْ حَمَاٍ مَّسْنُوْنٍ

Dan sungguh, Kami telah menciptakan manusia (Adam) dari tanah liat kering dari lumpur hitam yang diberi bentuk. (al-Ḥijr/15: 26).

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْاِنْسَانَ مِنْ سُلٰلَةٍ مِّنْ طِيْنٍ

Dan sungguh, Kami telah menciptakan manusia dari saripati (berasal) dari tanah (al-Mu’minūn/23: 12).

خَلَقَ الْاِنْسَانَ مِنْ صَلْصَالٍ كَالْفَخَّارِ

Dia menciptakan manusia dari tanah kering seperti tembikar (ar-Raḥmān/55: 14)

Meski demikian, unsur air tidak terlepas dari tanah tersebut, karena pada salah satu ayat dinyatakan bahwa manusia diciptakan dari lumpur, yaitu campuran antara tanah dan air. Mineral liat (*clay minerals*) akan bersifat liat, yaitu plastis dan mudah dibentuk, apabila tercampur air. *Clay Theory* dikembangkan oleh Graham Cairns – Smith (1985) semenjak tahun 1960-an. *Clay* (tanah liat, lempung) adalah mineral pembentuk partikel tanah dan batuan yang paling halus, terbentuk sebagai hasil pelapukan batuan, yang bisa pula terbentuk dari silikat terlarut. Mineral liat, sebagaimana mineral lainnya, tetap mempertahankan struktur awal pembentukannya selama pertumbuhan. Massa mineral liat tertentu dapat mempengaruhi lingkungannya sedemikian rupa sehingga mempunyai kecenderungan untuk memungkinkan replikasi pada proses pembentukan selanjutnya. Mineral liat juga memiliki daya tukar kation yang dapat mengikat berbagai jenis unsur dan molekul, baik di permukaannya maupun di dalam kisi-kisi kristalnya. Keadaan ini memungkinkan terjadinya suatu proses seleksi alam di mana terjadi penangkapan molekul-molekul tertentu. Suatu molekul protoorganik yang cukup kompleks dapat terkatalisasi oleh sifat-sifat permukaan mineral liat. Tahap terakhir dari proses ini adalah terbentuknya senyawa baru (organik) yang juga mampu mereproduksi dirinya sendiri.

Kenyataannya, dari bakteri hingga pohon yang tinggi, kutu sampai ikan paus, semua kehidupan selalu berkembang di sekitar air. Meskipun air merupakan medium penting bagi kehidupan, tetapi air bukanlah kehidupan itu sendiri. Pada semua makhluk hidup, besar maupun kecil, tanda-tanda mendasar bagi adanya kehidupan adalah didapatinya proses-proses metabolisme dan reproduksi. Proses-proses ini berlangsung dan tergantung pada molekul-molekul yang kompleks yang memungkinkan terjadinya penyimpanan dan pengaliran energi dan informasi genetik. Meski molekul-molekul ini mengandung unsur-unsur penyusun air: hidrogen dan oksigen, mereka juga selalu mengandung karbon dan nitrogen. Susunan atom-atom hidrogen, oksigen, karbon, dan nitrogen pada berbagai proporsi dan struktur menghasilkan berbagai molekul yang sangat stabil, yang dikenal dengan molekul organik. Molekul organik paling sederhana disebut monomer (misalnya ethylene atau C_2H_4). Monomer-monomer ini kemudian bergabung membentuk berbagai struktur molekul yang lebih besar (polymer), yang bisa terdiri dari dua, tiga sampai ratusan monomer. Di samping keempat unsur utama: H, O, C, dan N, pada molekul-molekul organik sering tersisip unsur-unsur lain. Dari 92 unsur kimia yang dijumpai di alam, kira-kira setengahnya biasa dijumpai pada molekul organik. Pada saat ini, molekul organik kerap kali dibuat secara sintetik di laboratorium (atau di pabrik obat) tanpa melibatkan makhluk hidup pada prosesnya.

Susunan kimia atau struktur molekul suatu benda bisa diketahui melalui spektroskop berdasarkan perilaku absorpsi dan emisi berbagai panjang gelombang pada berbagai lingkungan. Apabila spektroskop digabungkan dengan teleskop, struktur molekul atau komposisi kimia benda-benda di angkasa luar dapat pula terdeteksi. Para ahli radio astronomi telah mendeteksi dan mengidentifikasi sekitar seratus jenis molekul organik, yang terdapat di dalam awan padat antarbintang yang sangat dingin. Molekul yang terdeteksi di antaranya termasuk beberapa jenis asam amino yang merupakan bahan dasar protein. Kemungkinan asam amino ini terbentuk melalui mekanisme pada teori sup (*soup theory*), yaitu adanya muatan (sengatan) listrik terhadap larutan pekat yang mengandung C, H, N, dan O, seperti yang pernah dicoba di laboratorium oleh Urey dan Miller. Unsur-unsur C, H, N, dan

O banyak terdapat pada awan pekat yang dingin di ruang antarbintang, dan sengatan listrik bisa terjadi dari kilat yang kerapkali terjadi di dalam awan, sehingga molekul-molekul organik cukup banyak tersintesis di dalam awan. Meski demikian, untuk menjadikan molekul-molekul ini sesuatu yang hidup, dalam arti bisa tumbuh dan berkembang dengan sendirinya serta dapat berbiak (reproduksi), diperlukan suatu susunan dan pengorganisasian molekul-molekul ini menjadi suatu system kompleks yang menunjang terjadinya proses-proses metabolism yang rumit pula, yang tidak mungkin tersusun dengan sendirinya

C. Air Hujan yang Menghidupkan

Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya, Dia memperlihatkan kilat kepadamu untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dengan air itu dihidupkannya bumi setelah mati (kering). Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi kaum yang mengerti. (ar-Rūm/30, 24)

Dalam dunia makhluk hidup, tumbuhan umumnya merupakan produsen karena mereka membuat sendiri bahan organik sebagai bahan penyusun tubuhnya, dari bahan bahan anorganik (berasal dari benda mati) langsung di alam, seperti CO_2, nitrogen, fosfor, dan air. Proses paling sederhana dalam pembentukan zat organik adalah pembentukan gula dari CO_2 dan air, yang berlangsung dengan adanya klorofil dan energi dari penyinaran matahari yang dikenal dengan proses fotosintesis.

Tumbuhan paling primitif adalah tumbuhan bersel tunggal, misalnya bakteri, terdapat di bumi semenjak kira-kira 3,2 miliar tahun yang lalu. Jenis tumbuhan lebih kompleks yang kemudian berkembang adalah jenis ganggang. Jejak-jejak kehidupan primitif di masa purbakala dijumpai pada batuan sedimen yang terendapkan pada lingkungan perairan, menunjukkan bahwa perkembangan kehidupan dimulai pada perairan.

Pada tumbuhan yang kita jumpai saat ini, siklus kehidupan bermula pada perkecambahan yang tumbuh baik pada biji maupun pada spora. Biji atau benih yang terletak di dalam tanah akan mulai tumbuh apabila di sekitarnya terdapat air. Melalui proses osmosis, sel-sel kering biji tersebut menyerap air melalui dindingnya yang bertindak sebagai membran

semipermeabel. Dengan adanya enzim-enzim di dalam biji tersebut, air yang terserap mengaktifkan reaksi-reaksi yang menumbuhkan lembaga menjadi kecambah dengan memanfaatkan zat-zat tersimpan di dalamnya sebagai makanan awal bagi pertumbuhan. Dapat kita amati bahwa di musim kemarau di mana tanah kering kerontang, hanya sedikit atau bahkan tidak ada tanaman yang tumbuh. Apabila hujan tiba, segera tumbuh berbagai tanaman dan rumput yang menghijau. Bahkan padang rumput (savana) yang terbakar akan segera menghijau kembali setelah hujan tiba. Penelitian menunjukkan bahwa batang rumput amat tahan terhadap kebakaran dan akan hidup kembali mengeluarkan akar dan daun setelah mendapat air.

Siklus-siklus kehidupan kita jumpai dalam pengalaman sehari-hari. Dari yang tampak benda mati bisa muncul tunas dan berkembang sebagai makhluk biologi. Pada umumnya memerlukan air, di kolam yang kering-kerontang di musim kemarau tiba-tiba muncul ikan tidak lama setelah diguyur hujan lebat. Pengalaman seperti ini boleh jadi yang dimaksudkan oleh ayat berikut.

يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَيُحْيِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَاۗ وَكَذٰلِكَ تُخْرَجُوْنَ

Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup dan menghidupkan bumi setelah mati (kering). Dan seperti itulah kamu akan dikeluarkan (dari kubur). (ar-Rūm/30: 19)

Hal ini disebabkan oleh beberapa keajaiban peranan air:

1. Air adalah media cairan di mana biji-bijian dari tanaman akan mengalami perubahan

Gambar 23. Oase di tengah gurun: ada kehidupan karena ada air.
Sumber: eamazing.com

enzimatik sehingga biji-biji itu tumbuh menjadi tanaman.

2. Air adalah media cairan di mana akar tanaman dapat menyerap unsur-unsur hara melalui penukaran ion. Proses penukaran ion tak akan terjadi tanpa adanya media air.
3. Air hujan mengandung banyak nutrisi seperti nitrat dan amonia di angkasa yang terlarut dalam air hujan.

Tanaman seperti sayur-sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian merupakan sumber makanan bagi binatang maupun manusia. Jadi secara tidak langsung kehidupan manusia dan binatang juga bergantung kepada tumbuh-tumbuhan, dimana tumbuh-tumbuhan bergantung pada air atau hujan. Namun secara langsung kehidupan manusia dan binatang juga amat bergantung pada air.

Kebutuhan setiap jenis tumbuhan akan air berbeda. Oleh karena itu jenis-jenis tumbuhan yang berada di suatu tempat berbeda dengan tempat lainnya, dipengaruhi oleh situasi geografis yang menyangkut pula ketinggian tempat dan suhu, musim yang mempengaruhinya serta ketersediaan air. Suatu kesatuan Bio-geo-fisik suatu wilayah biasa dikenal dengan istilah ekosistem. Terdapat berbagai jenis ekosistem di permukaan bumi, mulai dari gurun yang kering, savana, hutan tropis yang lebat dan basah di daerah panas, sampai dengan tundra atau padang lumut di daerah beriklim dingin. Perbedaan komposisi jenis tumbuhan ini mempengaruhi pula keberadaan jenis-jenis hewan yang ada di dalamnya.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ
وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِيْ تَجْرِيْ فِى الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ
النَّاسَ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَاۤءِ مِنْ مَّاۤءٍ فَاَحْيَا بِهِ
الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيْهَا مِنْ كُلِّ دَاۤبَّةٍ ۖ
وَّتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاۤءِ
وَالْاَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti. (al-Baqarah/2: 164).

Dalam dunia hewan di alam bebas, dapat kita lihat betapa banyak binatang mati kehausan

bila musim kemarau berlangsung terlalu panjang. Mereka berkumpul di kubangan untuk berebut air, bahkan saling membunuh dan memangsa. Bila air hujan tidak turun maka terlihat bangkai-bangkai binatang berserakan, kecuali yang dapat berlindung. Maka ketika Allah mencurahkan hujan dengan kemurahan-Nya, binatang-binatang itu muncul dan bergembira, bersama menghijaunya padang rumput yang sebelumnya mengering. Yang lebih menakjubkan lagi adalah adanya jenis ikan yang ternyata ketika tidak ada air ia masuk ke dalam bumi dan diam. Segera setelah hujan tiba, ikan-ikan tersebut keluar dari lubang persembunyiannya. Demikian pula jenis buaya kecil yang dapat berlindung pada lubang–lubang tanah; mereka kembali pada kehidupan normal. Sedangkan buaya raksasa yang tak menemukan lubang tempat persembunyian menjadi tulang-belulang sebelum hujan tiba. Fenomena di atas menunjukkan betapa Allah telah mengatur kehidupan binatang dengan mengatur keberadaan air atau turunnya hujan.

Dibandingkan dengan daratan, laut merupakan ruang luas yang sampai saat ini baru sebagian kecil diketahui manusia. Di samping terdapat perbedaan lateral yang diakibatkan perbedaan iklim dan suhu di permukaan bumi, ekosistem di laut terbagi pula

Gambar 24. Berbagai tipe ekosistem: (a) Hutan hujan tropis, (b) Tundra di musim panas, (c) Tundra di musim dingin, (d) Savanna, dan (e) Gurun. Sumber: flickr.com; adimanwo.wordpress.com; wallpaperstock.com; walldigger.com

secara vertikal berdasarkan kedalaman laut dan tingginya kemasinan (salinitas). Salah satu sifat air yang menentukan bagi berlangsungnya kehidupan hewan air di laut beriklim dingin adalah berat jenisnya. Seperti telah diuraikan terdahulu, berat jenis air mempunyai keanehan (anomali), yakni mempunyai berat jenis maksimum pada suhu 4° C yakni 1,000 g/ml. Ini berarti bahwa di atas atau di bawah suhu tersebut berat jenis air semakin mengecil. Dan berat jenis es, atau air padat lebih ringan daripada air yakni 0,924 g/ml (0° C/atm). Hal ini memang merupakan keanehan, karena biasanya berat jenis padat, seperti amonia, metanol, alkohol, besi atau seng selalu lebih besar daripada berat jenis bentuk cairan. Anomali tersebut ternyata mempunyai makna bagi kehidupan laut, di mana di daerah kutub, air membeku menjadi es yang tidak tenggelam tetapi mengambang. Karena bongkahan-bongkahan itu mengambang maka di bawah es tersebut, ikan dan organisme lain tetap hidup pada suhu ± 4° C. Selain itu, es yang menutup laut menjadi isolator bagi udara dingin di atasnya (di bawah 0° C), sehingga air di bawah es tidak membeku. Seandainya berat jenis es lebih berat daripada air maka es akan tenggelam dan suhu dingin di atas air akan menyebabkan air terus membeku. Hal ini akan menyebabkan laut membeku seluruhnya dan musnahlah kehidupan ikan dan binatang air lainnya. Alhamdulillah, hal ini tidak terjadi.

Di daratan, sebaran ekosistem sangat dipengaruhi oleh besarnya curah hujan. Kesuburan tanah sebagai akibat adanya air atau air hujan dapat kita lihat pada efek pembangunan waduk. Tanah tandus sebelum ada waduk akan menjadi subur dan produktif setelah waduk dibangun dan menjadi sumber air irigasi. Fenomena di atas sebagai ayat kauni banyak difirmankan Allah dalam Al-Quran, antara lain:

Gambar 25. Hewan perlu air.
(sumber: keralagreenery.org)

Gambar 26. Gunung es mengapung di atas air.http://wallpaperbase.com

وَهُوَ الَّذِيْٓ اَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءًۚ فَاَخْرَجْنَا بِهٖ نَبَاتَ
كُلِّ شَيْءٍ فَاَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا
مُّتَرَاكِبًاۚ وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَّ
جَنّٰتٍ مِّنْ اَعْنَابٍ وَّالزَّيْتُوْنَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَّغَيْرَ
مُتَشَابِهٍۗ اُنْظُرُوْٓا اِلٰى ثَمَرِهٖٓ اِذَآ اَثْمَرَ وَيَنْعِهٖۗ اِنَّ فِيْ
ذٰلِكُمْ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يُّؤْمِنُوْنَ

Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (al-An'ām/ 6: 99).

Dan dalam Surah al-Baqarah/2: 22 dijelaskan

الَّذِيْ جَعَلَ لَكُمُ الْاَرْضَ فِرَاشًا وَّالسَّمَاۤءَ بِنَاۤءًۖ
وَّاَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَخْرَجَ بِهٖ مِنَ الثَّمَرٰتِ رِزْقًا
لَّكُمْ ۚ فَلَا تَجْعَلُوْا لِلّٰهِ اَنْدَادًا وَّاَنْتُمْ تَعْلَمُوْنَ

(Dialah) yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dialah yang menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia hasilkan dengan (hujan) itu buah-buahan sebagai rezeki untukmu. Karena itu janganlah kamu mengadakan tandingan-tandingan bagi Allah, padahal kamu mengetahui. (al-Baqarah/2: 22)

Secara umum air merupakan faktor utama yang menentukan tingkat keberhasilan usaha pertanian, di samping faktor lain yang perlu pula diperhatikan. Banyak ayat Al-Qur'an mempertegas ketergantungan tanaman atau tumbuhan terhadap air, antara lain ayat berikut.

اَلَمْ تَرَ اَنَّ اللّٰهَ اَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَسَلَكَهٗ يَنَابِيْعَ
فِى الْاَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهٖ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا اَلْوَانُهٗ

Apakah engkau tidak memperhatikan bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkan-Nya tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya (az-Zumar/39:21).

أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا
فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ
غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu di sana Kami tumbuhkan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran, dan zaitun dan pohon kurma, dan kebun-kebun (yang) rindang, dan buah-buahan serta rerumputan. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu. (‘Abasa/80: 25-32)

أَمَّنْ خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ
السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ
مَا كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا ۗ أَإِلَٰهٌ مَعَ
اللَّهِ ۚ بَلْ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ

Bukankah Dia (Allah) yang menciptakan langit dan bumi dan yang menurunkan air dari langit untukmu, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu kebun-kebun yang berpemandangan indah? Kamu tidak akan mampu menumbuhkan pohon-pohonnya. Apakah di samping Allah ada tuhan (yang lain)? Sebenarnya mereka adalah orang-orang yang menyimpang (dari kebenaran).(an-Naml/27: 60)

Juga pada surah az-Zukhruf/43:11, al-Jāṡiyah/45:5, dan an-Naba’/ 78:14-16.

Dalam kenyataan sehari-hari tanaman atau tumbuhan, bahkan seluruh makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup tanpa air. Hubungan antara hujan, kesuburan tanah, dan pertumbuhan tanaman telah diamati dan dipelajari manusia sejak zaman awal peradaban yang melahirkan teknologi pertanian dan irigasi. Pada saat ini, diperkirakan sekitar 69% dari persediaan air tawar yang ada di pemukaan bumi ini digunakan untuk mengairi tanaman.

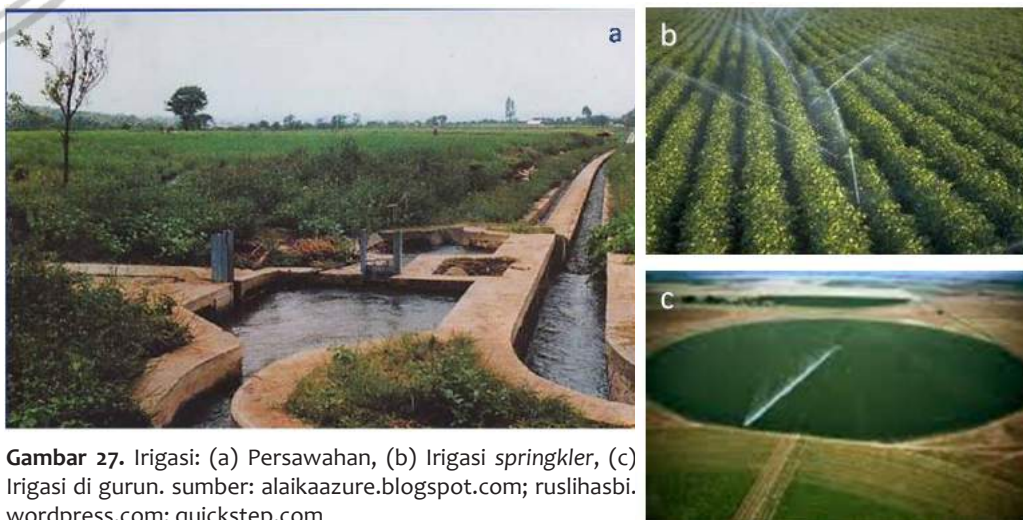
Dengan pengaruh gaya gravitasi bumi, sifat fisik air berbentuk cairan fluida memudahkannya diatur untuk dialirkan dari tempat yang tinggi ke tempat lebih rendah sesuai keperluan. Selaku pelarut yang baik, dengan mudah air membawa unsur-unsur hara bersama alirannya untuk kemudian diserap oleh akar-akar tumbuhan yang dilalui. Usaha pertanian dengan menggunakan sistem irigasi sudah lama dikenal sejak zaman nenek moyang kita. Irigasi tertua dijumpai berumur setua peradaban manusia sendiri, misalnya di Kerajaan Mesir Kuno yang memanfaatkan Sungai Nil, dan di daerah Mesopotamia yang memanfaatkan Sungai Euphrat

dan Tigris. Di Indonesia, semenjak dahulu masyarakat tradisional membendung kali atau sungai untuk kemudian airnya dialirkan ke sawah-sawah. Jika saluran harus melewati tebing atau jurang maka air dialirkan melalui batang bambu yang disambung-sambung sebagai pipa. Itulah cara-cara yang ditempuh manusia untuk menyirami lahan pangan. Cara-cara ini terus berkembang menjadi suatu sistem pengairan atau irigasi.

Di beberapa belahan dunia, irigasi dilakukan untuk membantu proses penumbuhan tanaman pangan, sedangkan di beberapa tempat lain dimanfaatkan untuk menumbuhkan jenis tanaman lain, misalnya tanaman untuk bahan baku industri. Berbagai macam sistem irigasi telah dikembangkan manusia untuk mencari solusi yang tepat dan efisien dalam upaya meningkatkan produksi hasil pertanian. Karena pertambahan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya permintaan pangan di dunia, sedangkan pasokan air tetap, maka upaya-upaya harus dilakukan untuk menghasilkan lebih banyak makanan dengan air yang sedikit. Perbaikan sistem pertanian saat ini dilakukan antara lain melalui efisiensi pengairan di samping pencarian dan penggunaan bibit unggul yang hemat air melalui rekayasa genetik.

D. Manfaat Langsung Air bagi Kehidupan Manusia.

هُوَ الَّذِيٓ أَنزَلَ مِنَ السَّمَآءِ مَآءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ

Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi

Gambar 27. Irigasi: (a) Persawahan, (b) Irigasi *springkler*, (c) Irigasi di gurun. sumber: alaikaazure.blogspot.com; ruslihasbi.wordpress.com; quickstep.com

minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan, padanya kamu menggembalakan ternakmu.(an-Naḥl/16: 10)

Meski pemakaian terbesar air oleh manusia bukan untuk proses metabolisme tubuhnya, tapi sebagaimana makhluk hidup lainnya, hidup dan kesehatan manusia sangat tergantung pada air. Ketergantungan hidup manusia pada air tercerminpadabesarnyakandungan air dalam tubuh manusia. Bagi laki-laki dewasa, kandungan air adalah sekitar 50–70% berat badan sedang bagi perempuan adalah antara 45–65%. Semuanya bergantung pada kurus dan gemuknya seseorang. Semakin gemuk seseorang (yang berarti lemaknya semakin banyak) berarti kadar air semakin kecil, dan sebaliknya. Besarnya kadar air dalam tubuh menunjukkan pentingnya air dalam metabolisme dalam tubuh. Seseorang lebih dapat bertahan tidak makan daripada tidak minum. Dengan kata lain, orang dapat bertahan hidup tanpa makan beberapa hari, namun tidak demikian bila tidak minum. Seseorang yang kehilangan air tubuh akibat diare dan muntah-muntah atau dehidrasi harus segera minum banyak air dan elektrolit atau diinfus untuk menyelamatkan jiwanya. Bila tidak, dalam beberapa jam ia akan meninggal.

Pentingnya air bagi tubuh dapat dimengerti karena gizi makanan, vitamin, mineral, dan oksigen yang dibawa oleh darah hanya bisa ditransfer ke dalam jaringan tubuh apabila media air mencukupi. Darah sendiri sebagai sarana transportasi gizi dan energi terdiri hampir seluruhnya dari air. Reaksi kimia, fisika, dan biologi dalam metabolisme tubuh hanya akan terjadi dalam media air. Namun demikian, terlalu banyak minum air juga akan berbahaya. Dalam hal ini, tubuh dengan proses yang terjadi pada ginjal akan mengatur agar tidak keracunan air (*water intoxication*). Suatu contoh, apabila seseorang minum air garam terlalu banyak, proses osmosis akan terjadi dan air akan masuk ke dalam darah yang menyebabkan tekanan darah tinggi, dan ginjal akan bekerja keras untuk mengalirkan air berupa urin lebih banyak untuk menjaga keseimbangan air dalam tubuh. Kegagalan dalam menjaga keseimbangan akan berbahaya bagi kesehatan, karena kesetim-bangan air, minera,l dan keasaman/kebasaan (pH) amat menentukan kesehatan tubuh. Untungnya, sistem pengaturan yang rumit tersebut telah ditata secara rapi dalam metabolisme tubuh yang amat kompleks oleh

Pencipta manusia, yaitu Allah. Hanya saja, manusia harus mampu menjaga asupan makanan dan minumannya agar tidak berlebihan atau kekurangan supaya sistem kesetimbangan tadi dapat terjaga dengan baik.

1. Air dalam Metabolisme Tubuh Manusia

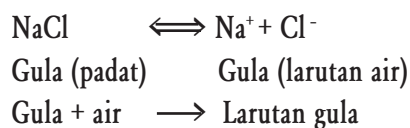
وَفِيْٓ اَنْفُسِكُمْۗ اَفَلَا تُبْصِرُوْنَ

Dan (juga) pada dirimu sendiri (terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah). Maka, apakah kamu tidak memperhatikan? (aż-Żāriyāt/51: 21)

Dari struktur molekul air, adanya kutub negatif pada O dan kutub positif pada H menyebabkan molekul air bersifat polar. Hal ini amat berbeda dengan molekul cairan lainnya, misalnya benzena (C_6H_6) atau heksana (C_6H_{14}), yang tidak terpolarisasi, atau disebut senyawa nonpolar. Senyawa polar dari air tersebut menyebabkan air amat menguntungkan bagi kehidupan manusia, karena dengan demikian air bisa melarutkan semua senyawa mineral yang bersifat polar. Senyawa garam dapur (NaCl), gula ($C_6H_{12}O_6$), dan berbagai mineral setra gizi amat mudah larut dalam air :

$$NaCl \Longleftrightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$

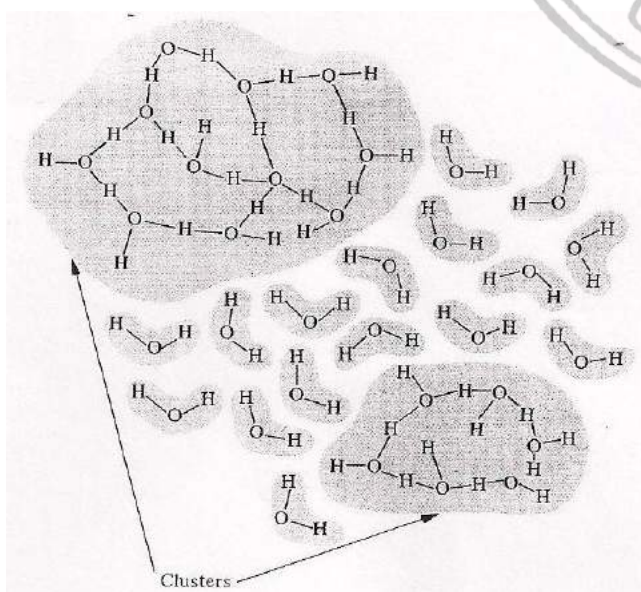
Gula (padat) Gula (larutan air)

$$\text{Gula + air} \longrightarrow \text{Larutan gula}$$

Sifat air yang polar tersebut tidak hanya mendukung penyerapan mineral, vitamin, dan gula dalam tubuh manusia, tetapi juga perubahan mineral di alam. Proses absorpsi atau disorpsi mineral di alam melalui proses penukaran ion hanya terjadi karena adanya air yang bersifat polar.

Metabolisme atau reaksi-reaksi biofisika kimia dalam tubuh hanya dapat terjadi karena adanya media air. Proses penyerapan gizi dalam permukaan usus, penyerapan O_2 oleh elveoli paru-paru, serta distribusi nutrisi dan oksigen tak dapat dipisahkan dari air. Darah sebagai cairan pengangkut nutrisi dan oksigen hampir seluruhnya adalah air. Tapi anehnya air dalam darah atau sel sel tubuh dapat melarutkan lemak atau protein yang akan teroksidasi dalam metabolisme tubuh. Bukankah lemak, minyak, dan protein adalah senyawa yang cenderung non polar, sedang air adalah polar? Meski ilmu pengetahuan belum dapat melihat struktur air secara nyata walaupun dengan elektron mikroskop, namun data termodinamika menunjukkan

bahwa struktur air adalah kunci penting. Khusus interaksi biokimia dengan senyawa nonpolar di atas, klaster (*cluster*) molekul air amat penting keberadaannya selain daripada air dalam bentuk monomer (H_2O). Keberadaan klaster dan monomer air dapat digambarkan sebagai berikut.

Klaster-klaster air itulah yang dapat mendekat pada molekul non-polar seperti protein, minyak, dan lemak. Adanya klaster air itu pula yang menyebabkan air dalam darah dapat mengangkut molekul-molekul nonpolar. Demikian pula, sperma yang merupakan protein terdispersi dalam air secara sempurna dalam bentuk air mani. Namun keberadaan klaster-klaster hanya dapat dideteksi dari sifat termodinamikanya, yakni entropi yang cenderung rendah yang berarti tingkat keteraturan yang tinggi, yakni dalam bentuk klaster. Anehnya, kondisi terbentuknya klaster tersebut hanya optimum pada suhu antara 35–41° C yang tak lain adalah suhu tubuh kita. Ini adalah ayat kauniyah yang menunjukkan bagaimana kebesaran Allah sebagai Maha Pencipta.

Air, selain untuk dikonsumsi, juga menjadi media atau alat untuk bersuci (membersihkan diri dari berbagai kotoran/najis dan hadas). Sifat air yang melarutkan dapat menarik kotoran yang menempel pada tubuh atau benda lain. Di dalam Islam, membersihkan diri dan bersuci merupakan hal yang diutamakan. Oleh sebab itu, air memiliki peranan sentral dalam peribadatan Islam karena air diperlu-kan untuk bersuci sebagai prasyarat untuk melaksanakan ibadah terpenting, yaitu salat. Tetap dalam keadaan suci (dan bersih) sangat dianjurkan pula dalam

Gambar 28.
Klaster air dan monomer air
sumber: G. Nemethy and Scheraga, 1962.
Journ. of Phys. Chem no. 36, 3387

melakukan ibadah-ibadah lainnya yang pada dasarnya meliputi seluruh aspek kehidupan. Diutamakannya kebersihan ini menunjukkan bahwa ajaran Islam bukanlah budaya Arab—sebagaimana dituduhkan banyak orientalis. Air menjadi unsur penting dalam peribadatan, karena diperlukan untuk berwudhu dan mandi janabah yang merupakan cara bersuci yang baku sebelum melakukan ibadah. Meski demikian, apabila air tidak ada, bersuci bisa dilakukan dengan cara tayamum menggunakan tanah atau debu. Seandainya ajaran Islam itu budaya Arab maka dapat dipastikan air tidak menjadi media atau alat utama untuk bersuci, karena di wilayah Jazirah Arab, air merupakan barang langka yang sangat berharga. Bahkan untuk dikonsumsi manusia saja, ketersediaan air sangat terbatas dan diperlukan usaha ekstrakeras untuk memperolehnya.

Ketersediaan air di bumi dalam jumlah besar memang multiguna. Keseimbangan alam sangat ditentukan oleh faktor air karena hampir semua makhluk hidup bergantung pada keberadaan air. Manusia termasuk makhluk yang paling banyak memanfaatkan air, mulai dari kebutuhan untuk minum, mandi, mencuci, menyirami tanaman pangan, meminumi ternak, sampai pada yang paling penting adalah untuk bersuci dalam melakukan ibadah-ibadah tertentu. Karenanya, menjaga kelestarian air menjadi hal yang mutlak dilakukan. Umat beragama, terutama kaum Muslimin, menjadi komunitas paling berkepentingan terhadap keberadaan air bersih di bumi.

Kebutuhan terhadap air bersih dengan kategori suci dan menyucikan (bersih dan dapat digunakan untuk membersihkan sesuai standar syariat) dapat diklasifikasi menurut peruntukannya. *Pertama,* untuk menghilangkan najis (*izālatun-najāsah*), yaitu membersihkan semua bentuk najis dari badan dan atau pakaian. *Kedua,* untuk menghilangkan hadas kecil (sederhana) dengan cara berwudu. *Ketiga,* untuk menghilangkan hadas besar (kompleks) dengan cara mandi, membasahi sekujur badan dari ujung rambut hingga ujung kaki.

يٰٓاَيُّهَا الَّذِيْنَ اٰمَنُوْٓا اِذَا قُمْتُمْ اِلَى الصَّلٰوةِ فَاغْسِلُوْا
وُجُوْهَكُمْ وَاَيْدِيَكُمْ اِلَى الْمَرَافِقِ وَامْسَحُوْا
بِرُءُوْسِكُمْ وَاَرْجُلَكُمْ اِلَى الْكَعْبَيْنِۗ وَاِنْ كُنْتُمْ
جُنُبًا فَاطَّهَّرُوْاۗ وَاِنْ كُنْتُمْ مَّرْضٰٓى اَوْ عَلٰى سَفَرٍ
اَوْ جَاۤءَ اَحَدٌ مِّنْكُمْ مِّنَ الْغَاۤىِٕطِ اَوْ لٰمَسْتُمُ النِّسَاۤءَ
فَلَمْ تَجِدُوْا مَاۤءً فَتَيَمَّمُوْا صَعِيْدًا طَيِّبًا فَامْسَحُوْا
بِوُجُوْهِكُمْ وَاَيْدِيْكُمْ مِّنْهُۗ مَا يُرِيْدُ اللّٰهُ لِيَجْعَلَ

عَلَيْكُمْ مِّنْ حَرَجٍ وَّلٰكِنْ يُّرِيْدُ لِيُطَهِّرَكُمْ وَلِيُتِمَّ
نِعْمَتَهٗ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُوْنَ

Wahai orang-orang yang beriman! Apabila kamu hendak melaksanakan salat, maka basuhlah wajahmu dan tanganmu sampai ke siku, dan sapulah kepalamu dan (basuh) kedua kakimu sampai ke kedua mata kaki. Jika kamu junub, maka mandilah. Dan jika kamu sakit) atau dalam perjalanan atau kembali dari tempat buang air (kakus) atau menyentuh) perempuan, maka jika kamu tidak memperoleh air, maka bertayamumlah dengan debu yang baik (suci); usaplah wajahmu dan tanganmu dengan (debu) itu. Allah tidak ingin menyulitkan kamu, tetapi Dia hendak membersihkan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya bagimu, agar kamu bersyukur. (al-Māidah/5: 6).

2. Untuk kesejahteraan Manusia

(1) Sarana Transportasi

رَبُّكُمُ الَّذِيْ يُزْجِيْ لَكُمُ الْفُلْكَ فِى الْبَحْرِ لِتَبْتَغُوْا
مِنْ فَضْلِهٖ ۗاِنَّهٗ كَانَ بِكُمْ رَحِيْمًا

Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian dengan (air hujan) itu Dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu; dan Dia telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan Dia telah menundukkan sungai-sungai bagimu (Ibrāhīm/14: 32).

اَللّٰهُ الَّذِيْ خَلَقَ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ وَاَنْزَلَ مِنَ
السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَخْرَجَ بِهٖ مِنَ الثَّمَرٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۚ

وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِى الْبَحْرِ بِاَمْرِهٖ ۚ
وَسَخَّرَ لَكُمُ الْاَنْهٰرَ

Tuhanmulah yang melayarkan kapal-kapal di lautan untukmu, agar kamu mencari karunia-Nya. Sungguh, Dia Maha Penyayang terhadapmu (al-Isrā'/17: 66).

Selain untuk kebutuhan hidup, air memiliki manfaat yang sangat banyak bagi kepentingan hidup manusia. Salah satunya adalah prasarana pengangkutan. Kapal merupakan alat angkutan air yang digunakan oleh manusia untuk bepergian. Alat angkutan air yang lebih kecil dikenal sebagai perahu atau sampan. Allah dengan tegas menjelaskan tentang manfaat air (laut, sungai) untuk menjadi prasarana angkutan air yang dapat digunakan untuk memindahkan atau membawa apa yang berguna bagi manusia dari satu tempat ke tempat lainnya.

اِنَّ فِيْ خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ
وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِيْ تَجْرِيْ فِى الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ
النَّاسَ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَاۤءِ مِنْ مَّاۤءٍ فَاَحْيَا بِهِ
الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيْهَا مِنْ كُلِّ دَاۤبَّةٍ ۖ
وَّتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاۤءِ
وَالْاَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal

yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti. (al-Baqarah/2: 164).

Selain itu, dengan adanya kapal di atas air, mereka yang berprofesi sebagai nelayan dapat dengan mudah mendapatkan rezeki yang dikaruniakan oleh-Nya, sebagaimana dijelaskan ayat-ayat berikut.

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Dan Dialah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur (an-Naḥl/16:14).

Sesungguhnya alat angkutan air ini sudah dikenalkan kepada manusia sejak era kehidupan Nabi Nuh. Atas bimbingan petunjuk dan hidayah Allah, Nabi Nuh merancang-bangun sebuah perahu besar yang dipersiapkan untuk penyelamatan kaum Nuh yang beriman dari banjir. Perhatikan firman Allah berkenaan dengan peristiwa tersebut!

إِنَّا لَمَّا طَغَا الْمَاءُ حَمَلْنَاكُمْ فِي الْجَارِيَةِ ﴿١١﴾ لِنَجْعَلَهَا لَكُمْ تَذْكِرَةً وَتَعِيَهَا أُذُنٌ وَاعِيَةٌ ﴿١٢﴾

Sesungguhnya ketika air naik (sampai ke gunung), Kami membawa (nenek moyang) kamu ke dalam kapal, agar Kami jadikan (peristiwa itu) sebagai peringatan bagi kamu dan agar diperhatikan oleh telinga yang mau mendengar (al-Hāqqah/69:11-12).

Tapi dalam ayat terakhir ini penekanan isinya lebih mengarah pada perkara akidah dan keimanan bagi manusia pada umumnya, dan umat Rasulullah pada khususnya.

Sesungguhnya fenomena kapal, yang terbuat dari besi baja (bahan yang berat jenisnya lebih besar daripada air), dapat mengapung di atas air merupakan sunnatullah, suatu ketentuan hukum (fisika) yang berlaku bagi semua benda yang berada di jagat raya ini. Dalam ilmu fisika hukum ini dikenal sebagai Hukum Archimedes. Berdasarkan hukum ini, apabila sebuah benda tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam suatu zat cair maka benda tersebut akan mengalami gaya angkat ke atas yang besarnya

sama dengan berat zat cair yang dipindahkannya, dan besarnya gaya angkat tersebut berbanding lurus dengan volume benda yang tercelup, massa jenis zat cair, dan percepatan gravitasi.

Mengapa kapal baja bisa mengapung di air, padahal berat jenis baja mencapai 7,85 ton/m^3, sementara berat jenis air hanya 1 ton/m^3? Hal ini terjadi karena berat baja per luasannya (yang tersentuh air) masih lebih kecil daripada berat air (yang dipindahkan). Kapal selaku kendaraan pengangkutan, penumpang ataupun barang, di atas air, sudah berabad digunakan oleh manusia untuk mengarungi laut dan sungai. Perkembangan teknologi perahu menjadi teknologi perkapalan disebabkan oleh makin besarnya kebutuhan manusia akan daya muat.

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat kapal pada masa lampau umumnya bahan yang ringan seperti kayu, bambu, atau batang-batang papirus yang digunakan oleh bangsa Mesir Kuno. Tetapi pada masa yang lebih kini digunakanlah bahan dari logam, seperti besi/baja, karena manusia membutuhkan kapal yang kuat. Penggeraknya mula-mula berupa tenaga manusia, yakni dengan menggunakan dayung, kemudian berkembang menggunakan tenaga angin dengan bantuan layar.

اَللّٰهُ الَّذِيْ خَلَقَ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ وَاَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَخْرَجَ بِهٖ مِنَ الثَّمَرٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۚ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِى الْبَحْرِ بِاَمْرِهٖ ۚ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْاَنْهٰرَ

Gambar 29. Sarana transportasi air, dari (a) sampan, (b) kapal layar, (c) kapal pesiar besar, sampai (d) hovercraft. Sumber: 27januari.co.cc;Europe.miniatures.com; mode.vogue.fr; forum.detik.com

Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian dengan (air hujan) itu Dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu; dan Dia telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan Dia telah menundukkan sungai-sungai bagimu (Ibrāhīm/14: 32).

رَبُّكُمُ الَّذِيْ يُزْجِيْ لَكُمُ الْفُلْكَ فِى الْبَحْرِ لِتَبْتَغُوْا مِنْ فَضْلِهٖۗ اِنَّهٗ كَانَ بِكُمْ رَحِيْمًا

Tuhanmulah yang melayarkan kapal-kapal di lautan untukmu, agar kamu mencari karunia-Nya. Sungguh, Dia Maha Penyayang terhadapmu (al-Isrā'/17: 66).

Pada tahun 1800-an kapal-kapal uap mulai dikembangkan menggunakan mesin uap sebagai tenaga penggerak kincir atau baling-baling untuk mendorongnya. Uap ini dihasilkan dari teknologi ketel yang berbahan bakar kayu atau batubara. Pada masa sekarang kapal menggunakan mesin berbahan bakar minyak yang disebut bahan bakar bunker. Bahkan beberapa jenis kapal, seperti kapal selam, kapal perang, kdan apal induk telah menggunakan tenaga nuklir untuk menghasilkan uap. Beberapa hasil riset kemudian telah pula melahirkan kapal-kapal bermesin yang mampu berjalan mengapung di atas air seperti jenis Hovercraft dan Eakroplane.

Meskipun lambat, transportasi air modern merupakan cara yang sangat efektif untuk mengangkut barang dengan volume besar dan bobot yang berat. Pengangkutan melalui laut secara signifikan lebih murah dibandingkan pengangkutan melalui udara untuk pengiriman antarbenua; sementara feri mempunyai peranan penting dalam sistem pengangkutan bagi banyak kota pesisir pantai, membuat transit langsung antara kedua tujuan dengan biaya yang lebih kecil dibandingkan jembatan atau terowongan.

(2) Pembangkit Energi

Tenaga air (*hydropower, hydraulic power*) adalah tenaga yang dimiliki oleh aliran air; sering dimanfaatkan untuk sumber energi. Semenjak awal peradaban manusia, tenaga arus air disadap secara mekanik melalui roda atau kincir yang dipasang pada aliran air. Putaran roda ini diteruskan dengan sistem gigi (*gear*) dan poros, dipakai untuk menggerakkan mesin-mesin penumbuk gandum, pemintal, penggergajian kayu, bahkan pompa untuk menaikkan air itu sendiri (lihat gambar 30).

Kemudian, dengan berkembangnya teknik pembuatan bendungan dan pintu air, tenaga air sering pula dipakai untuk mengangkat kapal-

Gambar 30. Kincir air: penyadap energi aliran air semenjak awal peradaban manusia. Sumber: bkn.go.id; matanews.com

kapal sungai ketika akan melintasi jeram. Prinsip yang sama dipakai untuk membuat mesin-mesin pengangkat. Pada era Revolusi Industri di Eropa, mesin-mesin yang lebih kompleks dibuat dengan memakai tenaga uap sebagai sumber penggerak. Meski pada mesin uap ini sumber utama energinya umumnya batu bara, tetapi pembangkitannya menggunakan prinsip hubungan antara tekanan (tenaga) yang dihasilkan uap air dengan panas.

Pada zaman modern ini pemanfaatan tenaga air secara mekanik masih banyak dilakukan. Tetapi pemakaian tenaga air ter-besar dilakukan melalui konversi terlebih dahulu dari energi air menjadi energi listrik. Tenaga yang diperoleh dari aliran atau terjunan air umumnya dipakai untuk memutarkan turbin, dan listrik dihasilkan dari putaran turbin itu. Dalam pengoperasian energi nuklir untuk pembangkit listrik, air memegang peranan penting pula, baik sebagai pendingin reaktor maupun sebagai bahan

Gambar 31. Bendungan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air. Sumber: ivanz-amazingscience.blogspt.com; archives.kaskus.us

yang diuapkan untuk mengangkut panas yang dihasilkan. Di samping itu, perilaku air di daerah pesisir dan laut menyediakan pula berbagai alternatif bagi pengembangan sumber energi nonkonvensional. Sumber energi yang kini sudah banyak dicoba dan masih sedang dikembangkan di antaranya adalah: pasang-surut air laut, gelombang, energi kinetik arus laut, dan tenaga osmotik antara air laut dan air sungai pada saluran yang dipisah oleh membran semipermeabel.

Salah satu perkembangan paling mutakhir dalam pemanfaatan (unsur pembentuk) air dalam upaya membangkitkan energi adalah teknologi *fuel cell,* yaitu pembangkit listrik berbahan bakar hidrogen. Sel bahan bakar (Inggris: *fuel cell*) adalah sebuah alat elektrokimia yang mirip baterai, tetapi berbeda karena dia dirancang untuk dapat diisi terus reaktannya yang terkonsumsi; yaitu dia memproduksi listrik dari penyediaan bahan bakar hidrogen dan oksigen dari luar. Reaktan yang biasanya digunakan dalam sebuah sel bahan bakar adalah hidrogen di sisi anoda dan

Gambar 32. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir di Danau Erie, Michigan AS. Air dimanfaatkan sebagai sumber uap atau pendingin. Sumber: ntanet.net

oksigen di sisi katoda (sebuah sel hidrogen). Biasanya, aliran reaktan mengalir masuk dan produk dari reaktan berupa air mengalir keluar, sehingga operasi jangka panjang dapat terus-menerus dilakukan selama aliran tersebut dapat dijaga keberlangsungannya. Sel bahan bakar dianggap sangat menarik dalam aplikasi modern, misalnya untuk sarana transportasi dan industri, karena tingkat efisiensinya yang tinggi dan bebas emisi. Yang masih menjadi hambatan adalah tidak tersedianya hidrogen murni di alam, dan untuk memproduksinya memerlukan energi lain serta biaya yang saat ini masih mahal (lihat gambar 33).

Gambar 33. Konsep pengembangan sel bahan bakar. Sumber: daviddarling.info; kpip.fuelcell.blogspot.com

(3) Air dalam Proses Industri

Kegunaan air dalam proses industri sangat banyak sekali. Selain sebagai air baku pada industri air minum dan pemutar turbin pada pembangkit tenaga listrik, air juga berfungsi sebagai alat bantu utama dalam kerja pada proses-proses industri. Dari data diketahui bahwa hampir 22% dari jumlah keseluruhan air tawar (*fresh water*) yang tersedia di bumi digunakan oleh industri. Penggunaan utama dalam industri meliputi pendinginan, kilang pemurnian (misalnya bijih besi dan minyak) yang menggunakan air dalam proses kimia, atau bahkan pabrik-pabrik lainnya yang menggunakan air sebagai pelarut. Tetapi pada industri-industri yang lebih maju teknologi pemanfaatan air dapat memberikan hasil yang jauh lebih memuaskan daripada teknologi konvensional. Misalnya, air bertekanan digunakan sebagai alat pemotong dengan jet air yang dapat dipergunakan untuk

memotong logam atau kaca dengan tepat dan teliti (lihat gambar 34).

Gambar 34.
Pemotong Jet Air. Sumber: inteliware.com.cn

Kebutuhan penggunaan air di sektor industri memang sangat bervariasi, tetapi secara keseluruhan jumlah air yang dipergunakan tetap lebih rendah daripada yang digunakan dalam kegiatan pertanian. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah pula memacu meningkatnya tuntutan kebutuhan akan air, khususnya pada kegiatan perindustrian. Hal ini sejalan dengan tantangan yang hadir dalam kehidupan manusia yang harus ditemukan solusinya. Dalam firman-Nya, Allah mengisyaratkan kepada makhluknya untuk memikirkan, memahami, dan mengambil pelajaran dari apa yang telah Dia ciptakan. Perhatikan Surah an-Naḥl/16: 13!

Dan (Dia juga mengendalikan) apa yang Dia ciptakan untukmu di bumi ini dengan berbagai jenis dan macam warnanya. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran. (an-Naḥl/16: 13)

Kebutuhan hidup di bumi sudah Allah sediakan. Selaku khalifah di muka bumi ini manusia tidak hanya bertindak sebagai manajer, tapi juga harus mampu memanfaatkan sumber daya alam secara arif dan bijaksana. Lebih dari itu, manusia harus berupaya mewariskan kesejahteraan yang menjanjikan kehidupan lebih baik bagi generasi berikutnya. Dengan melakukan penghematan penggunaan air, mencegah percemaran sumber-sumber air, melakukan konservasi air, dan menghindari eksplorasi air dengan tujuan komersialisasi, berarti kita telah berupaya mewariskan kesejahteraan bagi generasi mendatang.

BAB V
BENCANA AKIBAT AIR

Di samping memiliki manfaat yang penting dan beragam, air sering kita jumpai membawa masalah bahkan bencana. Ada beberapa faktor yang mnyebabkan hal itu terjadi, antara lain mekanisme pada alam yang tidak dipahami atau diantisipasi dengan baik oleh manusia, namun pada umumnya terjadi karena ulah manusia sendiri. Bencana banjir yang sering terjadi di berbagai wilayah, baik di perkotaan, perkampungan, maupun di pedesaan, antara lain karena penebangan hutan di sekitar hulu sungai, penutupan permukaan tanah dengan beton-beton sehingga air tak mampu meresap ke dalam tanah, kebiasaan buruk membuang sampah-sampah plastik

dan sejenisnya di sembarang tempat, dan sebagainya.

Al-Qur’an juga menceritakan tentang bencana yang menimpa umat-umat terdahulu akibat kesombongan dan keingkaran mereka. Hampir seluruh cerita mengenai bencana yang diceritakan Al-Qur’an menyangkut azab terhadap umat-umat yang sombong dan ingkar atau karena melakukan perbuatan buruk yang melampaui batas. Meskipun bencana-bencana yang diceritakan Al-Qur’an menyerupai bencana alam yang biasa kita jumpai saat ini, misalnya banjir, gempa bumi, petir, dan sebagainya, tetapi apabila kita perhatikan kronologi atau intensitas kejadiannya memang tidak mudah untuk dipahami sebagai bencana alam biasa. Salah satunya termaktub dalam Surah al-An‘ām/6: 6.

أَلَمْ يَرَوْا كَمْ أَهْلَكْنَا مِنْ قَبْلِهِمْ مِنْ قَرْنٍ مَكَّنَّاهُمْ فِي الْأَرْضِ مَا لَمْ نُمَكِّنْ لَكُمْ وَأَرْسَلْنَا السَّمَاءَ عَلَيْهِمْ مِدْرَارًا وَجَعَلْنَا الْأَنْهَارَ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهِمْ فَأَهْلَكْنَاهُمْ بِذُنُوبِهِمْ وَأَنْشَأْنَا مِنْ بَعْدِهِمْ قَرْنًا آخَرِينَ

Tidakkah mereka memperhatikan berapa banyak generasi sebelum mereka yang telah Kami binasakan, padahal (generasi itu) telah Kami teguhkan kedudukannya di bumi, yaitu keteguhan yang belum pernah Kami berikan kepadamu. Kami curahkan hujan yang lebat untuk mereka dan Kami jadikan sungai-sungai mengalir di bawah mereka, kemudian Kami binasakan mereka karena dosa-dosa mereka sendiri, dan Kami ciptakan generasi yang lain setelah generasi mereka. (al-An‘ām/6: 6.)

فَأَتْبَعَهُمْ فِرْعَوْنُ بِجُنُودِهِ فَغَشِيَهُمْ مِنَ الْيَمِّ مَا غَشِيَهُمْ

Kemudian Fir‘aun dengan bala tentaranya mengejar mereka, tetapi mereka digulung ombak laut yang menenggelamkan mereka (Ṭāhā/20: 78)

Terbelahnya lautan seperti yang tergambar pada kisah Nabi Musa yang kemudian disusul dengan tenggelamnya Fir’aun, merupakan suatu fenomena alam istimewa yang sampai sekarang masih sulit diterangkan sebab alamiahnya.

Bagaimanapun juga, bencana alam yang terjadi dan kita amati pada zaman ini pada dasarnya merupakan bagian dari siklus dinamika alam, hanya saja ia terjadi pada intensitas, waktu, dan tempat yang di luar dugaan manusia, sehingga manusia tidak dapat mengantisipasinya. Umumnya, fenomena alam yang menimbulkan bencana datang secara tiba-tiba. Pengetahuan yang dimiliki oleh manusia belum mampu memprediksi secara tepat kapan sebuah bencana terjadi. Hal ini menyadarkan manusia bahwa mereka adalah makhluk yang hanya memiliki ilmu sangat terbatas,

tidak serba tahu segala-galanya,[12] sehingga tidak menyombongkan diri, bahkan menganggap diri sebagai tuhan sebagaimana klaim Fir'aun terhadap dirinya. Namun demikian, manusia pun diharapkan untuk terus mengamati berbagai fenomena alam untuk mengambil manfaat dan mengurangi dampak buruk dari sebuah bencana bagi makhluk hidup dan alam secara keseluruhan.

Bencana pada zaman ini, khususnya yang berkaitan dengan air, dipahami terjadi sebagai akibat dari kesalahan manusia dalam memperlakukan alam. Konsekuensi perlakuan buruk manusia terhadap alam ini bisa terjadi dalam waktu yang relatif pendek, misalnya banjir bandang atau longsor akibat pembalakan hutan, atau sebagai hasil akumulasi kesalahan yang terus-menerus, seperti fenomena pemanasan global dan perubahan iklim. Allah telah berfirman,

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (ar-Rūm/30; 41)

A. Banjir

Bencana berkaitan dengan air yang paling lazim kita jumpai adalah banjir. Banjir adalah genangan/aliran air di atas daratan yang tidak biasanya tergenang air. Banjir umumnya disebabkan oleh meluapnya air melalui tepian suatu badan air seperti sungai atau danau sehingga menggenangi atau mengalir di luar batas-batas biasanya. Sedangkan fluktuasi luapan sungai atau volume danau musiman, yang biasanya disebabkan oleh variasi hujan atau pencairan salju, biasanya bukanlah banjir yang membahayakan kecuali luapan air tersebut membahayakan/merusak lahan, permukiman, atau ladang-ladang pertanian yang dipakai manusia.

Banjir seringkali menyebabkan kerusakan atau kerugian yang besar apabila menerjang daerah permukiman yang terletak di dataran rendah yang berpeluang banjir. Sebenarnya kerugian akibat banjir bisa dihindari apabila dataran banjir tersebut ditinggalkan atau tidak dihuni. Hanya saja, sejak dahulu manusia memang senang tinggal di dekat perairan karena mudah mendapatkan air, menggunakannya untuk sarana irigasi dan transportasi, bahkan untuk tempat berdagang. Pada saat ini lebih disadari bahwa tinggal

terlalu dekat dengan badan air, apalagi yang memiliki fluktuasi luah yang besar, sangat berbahaya mengingat adanya ancaman banjir sewaktu-waktu. Meskipun pada akhir-akhir ini perubahan cuaca sering terjadi di luar dugaan, namun kenyataan menunjukkan bahwa pada umumnya banjir menimbulkan kerugian atau menjadi bencana karena kesalahan manusia sendiri.

Jenis dan penyebab terjadinya banjir bisa bermacam-macam. Banjir yang paling sering terjadi adalah banjir sungai, ketika luah alirannya melebihi kapasitas tampung saluran, umumnya pada tikungan atau pada alur sungai yang berkelok-kelok berbentuk tapal kuda. Banjir sungai yang kejadiannya relatif lambat biasanya disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan terus menerus atau banyaknya salju yang mencair dengan cepat di hulunya. Kejadian seperti ini dijumpai pada hujan lebat di daerah tropis basah seperti halnya di Indonesia, adanya badai tropis, atau adanya embusan angin panas di atas timbunan salju di daerah beriklim sedang. Banjir sungai yang kejadiannya relatif cepat atau dikenal pula dengan istilah banjir bandang (flash flood) disebabkan oleh hujan berintensitas sangat tinggi, seperti badai, atau adanya pelepasan luah air yang besar secara tiba-tiba di hulu, misalnya bobolnya bendungan, tanah longsor, atau runtuhnya endapan salju di dataran tinggi.

Banjir biasa pula terjadi di daerah muara sungai atau pesisir, biasanya disebabkan pasang air laut yang bersamaan dengan besarnya luah air sungai dari darat. Di daerah pesisir banjir seringkali diakibatkan oleh kenaikan gelombang yang dipicu oleh embusan angin yang kuat, misalnya ketika terjadi badai, yang mendorong air naik ke daratan. Seringkali badai laut ini disertai pula dengan hujan yang lebat.

Gambar 35. Banjir sumber: muizemo.wordpress.com; tribunnews.com

Al-Qur’an menceritakan banjir terbesar sepanjang sejarah manusia yang terjadi pada zaman Nabi Nuh. Banjir tersebut menenggelamkan dan menghapus semua peradaban manusia saat itu. Besarnya banjir Nabi Nuh dilukiskan dengan tergenangnya permukaan bumi dan tenggelamnya gunung-gunung yang berlangsung dalam waktu yang lama, dengan air yang jatuh dari langit maupun yang memancar dari dalam bumi.

فَفَتَحْنَآ اَبْوَابَ السَّمَاۤءِ بِمَاۤءٍ مُّنْهَمِرٍۖ ﴿١١﴾ وَّفَجَّرْنَا الْاَرْضَ عُيُوْنًا فَالْتَقَى الْمَاۤءُ عَلٰٓى اَمْرٍ قَدْ قُدِرَ ۚ ﴿١٢﴾ وَحَمَلْنٰهُ عَلٰى ذَاتِ اَلْوَاحٍ وَّدُسُرٍۙ ﴿١٣﴾

Lalu Kami bukakan pintu-pintu langit dengan (menurunkan) air yang tercurah, dan Kami jadikan bumi menyemburkan mata-mata air maka bertemulah (air-air) itu sehingga (meluap menimbulkan) keadaan (bencana) yang telah ditetapkan. Dan Kami angkut dia (Nuh) ke atas (kapal) yang terbuat dari papan dan pasak. (al-Qamar/54: 11-13)

Para ahli pengetahuan alam saat ini masih sulit menerangkan asal-muasal air tersebut. Sebagian orang, terutama yang merujuk pada Injil dan kitab Perjanjian Baru, menafsirkan bahwa banjir Nabi Nuh tersebut menggenangi seluruh permukaan bumi, sedangkan sebagian lainnya (misalnya Harun Yahya) percaya bahwa hanya sebagian permukaan bumi saja yang tergenang banjir, yaitu di daerah yang sudah dihuni manusia, yaitu di daerah Timur Tengah. Meskipun hanya sebagian permukaan bumi yang tergenang banjir saat itu, tetapi luas, kedalaman, dan lamanya banjir melukiskan luah air yang sangat besar yang sulit diterangkan dari mana datangnya air.

اِنَّا لَمَّا طَغَا الْمَاۤءُ حَمَلْنٰكُمْ فِى الْجَارِيَةِۙ

Sesungguhnya ketika air naik (sampai ke gunung), Kami membawa (nenek moyang) kamu ke dalam kapal. (al-Ḥāqqah/69: 11)

Allah memerintahkan kepada Nabi Nuh untuk menaikkan ke atas perahu pasangan-pasangan dari setiap spesies, jantan dan betina, serta keluarganya. Seluruh manusia di daratan tersebut ditenggelamkan ke dalam air, termasuk anak laki-laki Nabi Nuh yang semula berpikir bahwa dia bisa selamat dengan mengungsi ke sebuah gunung yang dekat.

قَالَ سَاٰوِيْٓ اِلٰى جَبَلٍ يَّعْصِمُنِيْ مِنَ الْمَاۤءِ ۗقَالَ لَا عَاصِمَ الْيَوْمَ مِنْ اَمْرِ اللّٰهِ اِلَّا مَنْ رَّحِمَ ۚوَحَالَ بَيْنَهُمَا الْمَوْجُ فَكَانَ مِنَ الْمُغْرَقِيْنَ

Dia (anaknya) menjawab, “Aku akan mencari perlindungan ke gunung yang dapat menghindarkan aku dari air bah!” (Nuh) berkata, “Tidak ada yang melindungi dari

siksaan Allah pada hari ini selain Allah yang Maha Penyayang." Dan gelombang menjadi penghalang antara keduanya; maka dia (anak itu) termasuk orang yang ditenggelamkan. (Hūd/11; 43)

Semuanya tenggelam kecuali yang dimuat di dalam perahu bersama Nabi Nuh. Ketika air surut di akhir banjir tersebut, dan kejadian telah berakhir, perahu terdampar di Judi, yaitu sebuah tempat yang tinggi, sebagaimana yang diinformasikan oleh Al-Qur'an kepada kita.

وَقِيْلَ يٰٓاَرْضُ ابْلَعِيْ مَاۤءَكِ وَيٰسَمَاۤءُ اَقْلِعِيْ وَغِيْضَ الْمَاۤءُ وَقُضِيَ الْاَمْرُ وَاسْتَوَتْ عَلَى الْجُوْدِيِّ وَقِيْلَ بُعْدًا لِّلْقَوْمِ الظّٰلِمِيْنَ

Dan difirmankan, "Wahai bumi! Telanlah airmu dan wahai langit (hujan!) berhentilah." Dan air pun disurutkan, dan perintah pun diselesaikan dan kapal itupun berlabuh di atas gunung Judi, dan dikatakan, "Binasalah orang-orang zalim." (Hūd/40: 44)

Studi arkeologis, geologis, dan historis menunjukkan bahwa banjir tersebut terjadi dengan cara yang sangat mirip dan berkaitan dengan informasi Al-Qur'an. Banjir tersebut juga digambarkan secara hampir mirip di dalam beberapa rekaman atas peradaban-peradaban masa lalu di dalam banyak dokumen sejarah, meski ciri-ciri dan nama-nama tempat bervariasi.

Daratan Mesopotamia diduga kuat sebagai lokasi di mana banjir masa Nabi Nuh terjadi. Wilayah ini diketahui sebagai tempat bagi peradaban tertua dalam sejarah. Lagi pula, dengan posisinya yang berada di antara sungai Tigris dan Eufrat, tempat ini sangat memungkinkan untuk terjadinya sebuah banjir yang besar. Di antara faktor penyebab terjadinya banjir kemungkinan adalah meluapnya

Gambar 36. Ilustrasi dan perkiraan lokasi banjir Nabi Nuh as. Sumber: answersingenesis.org; bangsamusnah.com

aliran kedua sungai ini sehingga membanjiri wilayah tersebut. Bukit Judi yang disebutkan pada ayat di atas terletak di Armenia. Tampak bahwa banjir pada zaman Nabi Nuh tersebut meliputi daerah yang membentang dari Armenia hingga Iran-Irak. Apabila kita perhatikan luasnya daerah yang tergenang banjir dengan kedalaman yang menenggelamkan puncak-puncak bukit, maka datangnya air banjir tersebut sulit diterangkan dengan fenomena alam biasa.

Banjir lainnya yang diceritakan di dalam Al-Qur'an adalah banjir bandang yang menimpa kaum Saba'. Banjir terjadi karena bobolnya bendungan yang pada awalnya dipakai sebagai sumber air dan sarana irigasi pertanian kaum tersebut. Salah seorang Ratu kaum Saba', Ratu Bilqis, beriman kepada Allah melalui Nabi Sulaiman dan menjadi istri Nabi Sulaiman. Bangsa ini memiliki kebudayaan yang cukup tinggi pada masanya dan memiliki angkatan perang yang kuat.

Selepas masa Ratu Bilqis, kaum Saba' kembali ingkar kepada Allah sehingga Allah menghukum mereka dengan mendatangkan banjir. Lahan-lahan pertanian kaum Saba' yang tadinya subur, hancur tersapu banjir. Setelah kejadian banjir tersebut lahan-lahan pertanian tidak dapat lagi ditumbuhi tanaman, kecuali tumbuhan liar yang tidak berguna.

لَقَدْ كَانَ لِسَبَإٍ فِيْ مَسْكَنِهِمْ اٰيَةٌ ۚ جَنَّتٰنِ عَنْ يَّمِيْنٍ وَّشِمَالٍ ەۗ كُلُوْا مِنْ رِّزْقِ رَبِّكُمْ وَاشْكُرُوْا لَهٗ ۗ بَلْدَةٌ طَيِّبَةٌ وَّرَبٌّ غَفُوْرٌ ﴿١٥﴾ فَاَعْرَضُوْا فَاَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ سَيْلَ الْعَرِمِ وَبَدَّلْنٰهُمْ بِجَنَّتَيْهِمْ جَنَّتَيْنِ ذَوَاتَيْ اُكُلٍ خَمْطٍ وَّاَثْلٍ وَّشَيْءٍ مِّنْ سِدْرٍ قَلِيْلٍ ﴿١٦﴾

Sungguh, bagi kaum Saba' ada tanda (kebesaran Tuhan) di tempat kediam-an mereka, yaitu dua buah kebun di sebelah kanan dan di sebelah kiri, (kepada mereka dikata-kan), "Makanlah olehmu dari rezeki yang

Gambar 37.
Reruntuhan bendungan Kaum Saba'. Sumber: an-swersingenesis.org; bangsa-musnah.com

(dianugerahkan) Tuhanmu dan bersyukurlah kepada-Nya. (Negerimu) adalah negeri yang baik (nyaman) sedang (Tuhanmu) adalah Tuhan Yang Maha Pengampun." Tetapi mereka berpaling, maka Kami kirim kepada mereka banjir yang besar dan Kami ganti kedua kebun mereka dengan dua kebun yang ditumbuhi (pohon-pohon) yang berbuah pahit, pohon Aśl dan sedikit pohon Sidr. (Saba'/34: 15-16)

B. Luapan Air Laut (Rob)

Meskipun tidak pernah diceritakan di dalam Al-Qur'an bahwa Allah pernah mengazab suatu kaum dengan rob atau luapan air laut (kecuali dalam kisah Fir'aun zaman Nabi Musa yang mirip walaupun sangat berbeda kasusnya) tetapi Allah bersumpah dengannya. Rob memang suatu fenomena alam yang dahsyat dengan energi sangat besar yang dikandungnya sehingga memiliki daya rusak yang sangat besar. Dua fenomena alam yang dapat menghasilkan rob dengan daya rusak yang besar yakni Tsunami dan Badai.

وَاِذَا الْبِحَارُ سُجِّرَتْ

dan apabila lautan dipanaskan (at-Takwīr/81: 6)

وَاِذَا الْبِحَارُ فُجِّرَتْ

dan apabila lautan dijadikan meluap (al-Infiṭār/82: 3)

اَوْ كَظُلُمٰتٍ فِيْ بَحْرٍ لُّجِّيٍّ يَّغْشٰىهُ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهٖ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهٖ سَحَابٌۗ ظُلُمٰتٌۢ بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍۗ اِذَآ اَخْرَجَ يَدَهٗ لَمْ يَكَدْ يَرٰىهَاۗ وَمَنْ لَّمْ يَجْعَلِ اللّٰهُ لَهٗ نُوْرًا فَمَا لَهٗ مِنْ نُّوْرٍ

Atau (keadaan orang-orang kafir) seperti gelap gulita di lautan yang dalam, yang diliputi oleh gelombang demi gelombang, di atasnya ada (lagi) awan gelap. Itulah gelap gulita yang berlapis-lapis. Apabila dia mengeluarkan tangannya hampir tidak dapat melihatnya. Barangsiapa tidak diberi cahaya (petunjuk) oleh Allah, maka dia tidak mempunyai cahaya sedikit pun (an-Nūr/24: 40)

Luapan air laut atau rob yang disebabkan oleh pasang surut muka air laut dan luah sungai, meskipun seringkali merugikan, pada umumnya tidak begitu besar dan merupakan suatu siklus alam yang keterdugaannya sebelum terjadi bisa diperhitungkan. Luapan air/rob yang daya rusaknya sangat besar dan dengan keterdugaan yang rendah adalah luapan tsunami yang dipicu oleh gempa atau letusan gunung api di laut.

1. Tsunami

Tsunami (bahasa Jepang, *tsu* = pelabuhan, *nami* = gelombang, secara harfiah berarti ombak besar di pelabuhan) adalah perpindahan badan air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara

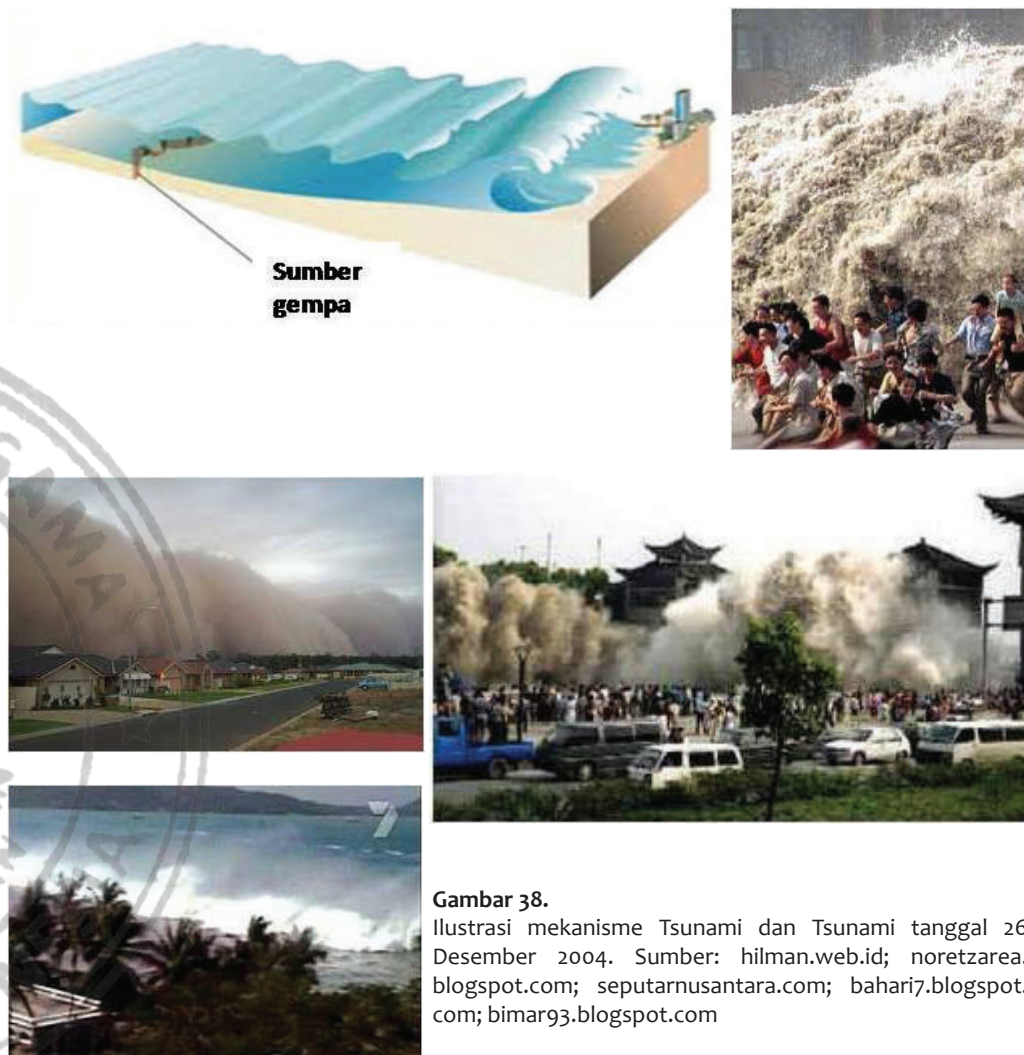
vertikal dengan tiba-tiba. Perubahan permukaan laut tersebut bisa disebabkan oleh gempa bumi yang berpusat di bawah laut, letusan gunung berapi bawah laut, longsor bawah laut, atau hantaman meteor di laut. Gelombang tsunami dapat merambat ke segala arah. Tenaga yang dikandung dalam gelombang tsunami adalah tetap terhadap fungsi ketinggian dan kelajuannya. Tsunami merusak apa saja yang dilaluinya: bangunan dan tumbuh-tumbuhan; mengakibatkan korban jiwa manusia, serta menyebabkan genangan, pencemaran air asin pada lahan pertanian, tanah, dan sumber air bersih.

Tsunami dapat terjadi jika terjadi gangguan yang menyebabkan perpindahan sejumlah besar air, seperti letusan gunung api, gempa bumi, longsor, maupun meteor yang jatuh ke bumi. Namun, 90% tsunami adalah akibat gempa bumi bawah laut. Dalam rekaman sejarah beberapa tsunami diakibatkan oleh gunung meletus, misalnya letusan Gunung Krakatau.

Gerakan vertikal pada kerak bumi dapat mengakibatkan dasar laut naik atau turun secara tiba-tiba yang mengakibatkan gangguan keseimbangan air yang berada di atasnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya aliran energi air laut, yang ketika sampai di pantai, menjadi gelombang besar yang mengakibatkan terjadinya tsunami.

Kecepatan gelombang tsunami tergantung pada kedalaman laut tempat gelombang itu terjadi. Kecepatan tsunami bisa mencapai ratusan kilometer per jam. Bila tsunami mencapai pantai, kecepatannya akan menjadi kurang lebih 50 km/jam, dan energinya sangat merusak daerah pantai yang dilaluinya. Di tengah laut tinggi gelombang tsunami hanya beberapa centimeter hingga beberapa meter, namun saat mencapai pantai tinggi gelombangnya bisa mencapai puluhan meter akibat adanya penumpukan massa air. Saat mencapai pantai tsunami akan merayap masuk daratan jauh dari garis pantai dengan jangkauan mencapai beberapa ratus meter bahkan beberapa kilometer.

Gerakan vertikal ini dapat terjadi pada patahan bumi atau sesar. Gempa bumi juga banyak terjadi di daerah subduksi, di mana lempeng samudra menelusup ke bawah lempeng benua.

Tanah longsor yang terjadi di dasar laut serta runtuhan gunung api juga dapat mengakibatkan gangguan air laut yang memicu tsunami. Gempa menyebabkan gerakan tegak lurus lapisan bumi. Akibatnya, dasar laut

Gambar 38.
Ilustrasi mekanisme Tsunami dan Tsunami tanggal 26 Desember 2004. Sumber: hilman.web.id; noretzarea.blogspot.com; seputarnusantara.com; bahari7.blogspot.com; bimar93.blogspot.com

naik-turun secara tiba-tiba sehingga keseimbangan air laut yang berada di atasnya terganggu. Demikian pula halnya dengan benda kosmis atau meteor yang jatuh. Jika ukuran meteor atau longsor ini cukup besar, ia dapat memicu mega tsunami yang tingginya mencapai ratusan meter. Gempa yang dapat menyebabkan tsunami umumnya memiliki karakter sebagai berikut.

- Gempa bumi yang berpusat di tegah laut dan dangkal (0–30 km);
- Gempa bumi berkekuatan minimal 6,5 Skala Richter; dan
- Gempa bumi dengan pola sesar naik atau sesar turun.

Beberapa kejadian tsunami yang menimbulkan kerusakan besar yang pernah terjadi di antaranya:

- 1 November 1755: Tsunami menghancurkan Lisboa, ibukota Portugal, menewaskan 60.000 korban jiwa.
- 26 Agustus 1883: Gunung Krakatau meletus dan memicu tsunami yang menewaskan lebih dari 36.000 jiwa.
- 25–26 Desember 2004: Gempa besar di Barat Laut Aceh memicu tsunami yang menelan korban jiwa lebih dari 250.000 orang di Asia Selatan, Asia Tenggara, dan Afrika. Ketinggian tsunami mencapai 35 m.
- 17 Juli 2006: Gempa memicu tsunami terjadi di selatan Pulau Jawa, tepatnya di selatan Ciamis. Ketinggian maksimum tsunami mencapai 21 meter, terlihat di Pulau Nusakambangan. Tsunami ini menewaskan lebih dari 500 orang.

2. Badai

Rob lainnya yang memiliki daya rusak tinggi adalah luapan air laut yang diakibatkan oleh badai. Badai-badai yang terkuat dikenal dengan nama badai tropis (*tropical cyclone*/ siklon tropis) karena hampir seluruhnya terbentuk di perairan laut daerah tropis, biasanya pada garis lintang tinggi (23,5°), baik di belahan bumi utara maupun selatan.

Badai tropis adalah sebuah badai yang dicirikan dengan sebuah pusat badai yang luas dan bertekanan udara sangat rendah yang disertai dengan banyak petir yang menghasilkan embusan angin yang kuat dan hujan lebat. Badai tropis bertambah kuat apabila air yang diuapkan dari laut dilepaskan sebagai udara jenuh air yang naik ke udara dan menghasilkan uap air terkondensasi pada udara yang lembap. Istilah *cyclone* didasarkan pada badai yang memiliki sifat berputar berlawanan arah jarum jam di belahan bumi utara dan searah jarum jam di belahan bumi selatan. Perbedaan arah yang berlawanan ini disebabkan adanya efek coriolis. Badai tropis dapat menyebabkan angin berputar yang bertiup dengan kecepatan di atas 250 km/ jam sehingga dapat menerbangkan dan menghancurkan benda-benda yang besar dan berat seperti rumah, mobil, perahu, dan sebagainya. Dengan kekuatan seperti itu badai dapat menyebabkan gelombang yang tinggi atau gelombang pasang di permukaan laut yang bisa terdorong hingga jauh ke daratan. Siklon tropis selalu disertai dengan hujan yang sangat lebat dan petir.

C. Erosi dan Longsor

يٰٓاَيُّهَا الَّذِيْنَ اٰمَنُوْا لَا تُبْطِلُوْا صَدَقٰتِكُمْ بِالْمَنِّ وَالْاَذٰىۙ كَالَّذِيْ يُنْفِقُ مَالَهٗ رِئَاۤءَ النَّاسِ وَلَا يُؤْمِنُ بِاللّٰهِ وَالْيَوْمِ الْاٰخِرِۗ فَمَثَلُهٗ كَمَثَلِ صَفْوَانٍ عَلَيْهِ تُرَابٌ فَاَصَابَهٗ وَابِلٌ فَتَرَكَهٗ صَلْدًاۗ لَا يَقْدِرُوْنَ عَلٰى شَيْءٍ مِّمَّا كَسَبُوْاۗ وَاللّٰهُ لَا يَهْدِى الْقَوْمَ الْكٰفِرِيْنَ

Wahai orang-orang yang beriman! Janganlah kamu merusak sedekahmu dengan menyebut-nyebutnya dan menyakiti (perasaan penerima), seperti orang yang menginfakkan hartanya karena ria (pamer) kepada manusia dan dia tidak beriman kepada Allah dan hari akhir. Perumpamaannya (orang itu) seperti batu yang licin yang di atasnya ada debu, kemudian batu itu ditimpa hujan lebat, maka tinggallah batu itu licin lagi. Mereka tidak memperoleh sesuatu apa pun dari apa yang mereka kerjakan. Dan Allah tidak memberi petunjuk kepada orang-orang kafir (al-Baqarah/2; 264).

Pada ayat ini Allah mengumpamakan sedekah yang disertai riya dengan menyebut-nyebutnya sehingga

Gambar 39.
Badai tropis: (a) Tornado, (b) Empasan gelombang badai di pantai, (c) Kerusakan di darat akibat tornado di Greensburg, Kansas, AS, pada 4 Mei 2007, (d) Lokasi badai tropis di Samudra Pasifik dilihat dari satelit.
Sumber: ntlapp.nt.au; unic77.blogspot.com; themaniax.blogspot.com;commons.wikimedia.com; aerospaceweb.org

menyakiti hati penerima, dengan proses erosi. Erosi adalah proses hilangnya tanah dari permukaan bumi, umumnya karena terangkut oleh aliran air. Semakin besar curah hujan yang jatuh maka akan semakin banyak partikel tanah yang tererosi. Proses pembentukan tanah di atas batuan terjadi dalam waktu ratusan bahkan ribuan tahun, tetapi oleh hujan yang sangat lebat lapisan tanah dapat terangkut dan hilang dari permukaan tanah dengan cepat, terutama apabila permukaan tanah/ batuan miring dan terbuka, sehingga hanya meninggalkan sisa batuan yang telah lapuk pada permukaan. Banyak dijumpai tanah terbentuk langsung di atas batuan yang keras, misalnya tanah yang terbentuk di atas batu kapur. Apabila permukaan batuan miring maka tanah seperti ini sangat mudah tererosi. Dengan hilangnya lapisan tanah dari atas batuan, berarti hilang pula produktivitas lahan tersebut untuk menghasilkan tanaman.

وَمَثَلُ الَّذِيْنَ يُنْفِقُوْنَ اَمْوَالَهُمُ ابْتِغَاۤءَ مَرْضَاتِ اللّٰهِ وَتَثْبِيْتًا مِّنْ اَنْفُسِهِمْ كَمَثَلِ جَنَّةٍ ۢبِرَبْوَةٍ اَصَابَهَا وَابِلٌ فَاٰتَتْ اُكُلَهَا ضِعْفَيْنِۚ فَاِنْ لَّمْ يُصِبْهَا وَابِلٌ فَطَلٌّ ۗ وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ بَصِيْرٌ

Dan perumpamaan orang yang menginfakkan hartanya untuk mencari rida Allah dan untuk memperteguh jiwa mereka, seperti sebuah kebun yang terletak di dataran tinggi yang disiram oleh hujan lebat, maka kebun itu menghasilkan buah-buahan dua kali lipat. Jika hujan lebat tidak menyiraminya, maka embun (pun memadai). Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan (Al Baqarah/2; 265).

Ayat ini merupakan kelanjutan dari ayat sebelumnya, yakni al-Baqarah/2; 264. Dilihat dari sisi mekanisme erosi, adanya penutup lahan berupa pohon-pohonan atau tumbuhan dapat menghindarkan atau mengurangi risiko terjadinya erosi. Hujan yang lebat tidak akan membuat tanah berpenutup tererosi. Bahkan hujan memberikan manfaat berupa peningkatan produktivitas apabila tanah dibudidayakan sebagai kebun. Dalam hal ini, pembelanjaan harta untuk mencari rida Allah diumpamakan sebagai kebun.

Secara alami erosi merupakan bagian dari proses pelapukan batuan. Erosi alami atau dikenal pula dengan istilah erosi geologi berjalan lambat, tidak melebihi kecepatan proses pembentukan tanah. Sedangkan erosi yang disebabkan oleh akibat ulah manusia, disebut juga dengan istilah erosi dipercepat (*accelerated erosion*), berjalan jauh lebih cepat daripada proses pembentukan tanah, sehingga membuat semua lapisan tanah terangkut, dan hanya

menyisakan hasil lapukan batuan yang tersingkap ke permukaan. Beberapa kerugian yang ditimbulkan oleh erosi adalah: (1) hilangnya lapisan lapisan tanah yang subur, (2) berkurangnya kapasitas imbuhan air ke dalam tanah dan kapasitas tanah untuk menyimpan air, (3) makin tingginya luah aliran permukaan sehingga daya rusak aliran air meningkat, (4) turunnya kualitas air akibat tingginya lumpur yang terlarut di dalam air, dan (5) pendangkalan dan penyumbatan saluran air sehingga menyebabkan banjir.

Tingkat kehilangan tanah yang lebih berat daripada erosi diakibatkan oleh tanah longsor. Jumlah massa tanah yang berpindah atau bergerak pada peristiwa tanah longsor jauh lebih banyak daripada peristiwa erosi, dan terjadi dalam waktu yang sangat cepat. Pada peristiwa longsor, umumnya tidak hanya tanah yang bergerak dan terangkut, tetapi juga batuan yang berada di bawah tanah serta tumbuhan/pepohonan dan bangunan yang terletak di atasnya. Tanah longsor biasanya terjadi pada lahan yang berlereng terjal sehingga beban tanah ketika jenuh air tidak dapat tertahan oleh lereng yang miring. Massa tanah yang jenuh air tersebut akan jatuh atau meluncur di sepanjang kemiringan. Besarnya massa tanah yang bergerak bisa menyebabkan tertimbunnya lahan (kampung) di bawahnya. Seringkali peristiwa tanah longsor disertai dengan banjir bandang. Pemicu terjadinya tanah longsor biasanya hujan lebat atau hujan yang terjadi terus-menerus.

Erosi dan tanah longsor dapat dikendalikan dengan pengelolaan tutupan vegetasi, pengaturan saluran air, terasering, dan semisalnya.

D. Pencemaran Air

Pernahkah kamu memperhatikan air yang kamu minum? Kamukah yang menurunkannya dari awan ataukah Kami yang menurunkan? Sekiranya Kami menghendaki, niscaya Kami menjadikannya asin, mengapa kamu tidak bersyukur? (al-Wāqi‘ah/56: 68-70)

Apabila air menjadi asin maka air tersebut tidak bisa kita minum. Hanya saja, air yang tidak bisa diminum tidak hanya air asin karena memiliki garam terlarut dalam konsentrasi tinggi. Air-air yang memiliki zat terlarut bahan apa pun apabila konsentrasinya terlalu

tinggi akan menjadi racun. Air di alam yang telah mendapat bahan terlarut dalam konsentrasi tinggi sehingga tidak dapat diminum atau bahkan tidak pula dapat dipakai untuk sekadar mencuci, dinamakan air yang tercemar. Pencemaran air menyebabkan air kehilangan daya gunanya, terutama secara kimia dan biologi.

Seperti telah diuraikan sebelumnya, air merupakan kebutuhan mutlak bagi makhluk hidup: tanaman, hewan, dan manusia. Para ahli ekologi menyatakan bahwa kehidupan organisme amat tergantung pada kondisi lingkungannya. Bila organisme itu manusia maka kehidupan manusia juga bergantung pada lingkungan terutama air sebagai sumber kehidupannya. Penurunan mutu atau kualitas air akan mempengaruhi manfaat bagi manusia. Air yang keruh atau kotor akan mengganggu kesehatan manusia, baik sebagai air minum, memasak, maupun mencuci. Selain itu, buruknya kualitas air juga dapat mematikan binatang air seperti ikan dan udang sebagai makanan manusia. Air kotor yang berbau akan menjadikan lingkungan menjadi tidak nyaman. Hal yang lebih buruk terjadi apabila air kotor itu mencemari air tanah, membuat air sumur tidak lagi dapat digunakan untuk keperluaan sehari-hari.

Pencemaran air laut oleh bahan kimia atau minyak bumi berakibat lebih fatal. Bahan-bahan tersebut tidak hanya dapat membunuh ikan dan udang di pantai, tetapi dapat juga mengganggu perkembangbiakan atau reproduksi biota laut. Akibatnya pantai-pantai yang tercemar oleh limbah industri akan menurun drastis populasi perikanannya, suatu kondisi yang sangat merugikan nelayan. Kondisi ini akan mengakibatkan kemiskinan bagi para nelayan seperti yang dapat diamati di pantai utara Jawa. Bahkan kasus pencemaran oleh sebuah perusahaan swasta di Nusa Tenggara yang mencuat beberapa tahun lalu, selain menimbulkan kemiskinan nelayan, juga menimbulkan penyakit bagi masyarakat akibat cemaran logam berat seperti arsen (As).

Jadi jelaslah bahwa efek pencemaran air tidak hanya berpengaruh terhadap sisi kesehatan manusia. Pencemaran pantai, misal, bahkan dapat menimbulkan dampak yang berakibat pada kemiskinan bagi nelayan yang menggantungkan hidup dari kekayaan ikan di pantai. Karena itu pencemaran air harus dapat dikendalikan agar industri yang juga menyerap tenaga kerja dan menambah devisa dapat

berkembang tanpa menimbulkan dampak yang berarti.

Dampak buruk dari pencemaran air dapat dibagi dalam beberapa kategori, di antaranya:

1. *Mengurangi kadar oksigen dalam air*

Kadar oksigen dalam air amat perlu bagi kehidupan binatang air seperti ikan dan udang. Akibat pencemaran kadar O_2 yang normalnya sekitar 8 ppm dapat turun di bawah 4 ppm atau bahkan 0 ppm. Penurunan O_2 ini paling banyak disebabkan oleh limbah bahan organik yang mudah terdegradasi, seperti gula, protein, dan lemak. Zat-zat tersebut memang tidak beracun, tetapi ia akan didegradasi di dalam air oleh bakteri yang dalam proses tersebut memerlukan oksigen dari air. Akibatnya, O_2 berkurang atau menipis sehingga ikan dan udang mati karena sesak nafas. Parameter penentu cemaran ini adalah BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau COD (*Chemical Oxygen Demand*). Semakin besar nilai BOD atau COD, semakin buruk kualitas air.

2. *Racun bagi biota air*

Bahan kimia beracun seperti asam, basa, logam-logam berat (Hg, Pb, Cd, As, dsb.), serta fenol dan pestisida adalah bahan

Gambar 40.
Erosi dipercepat dan siltasi di saluran sungai. Sumber: mbojo.wordpress.com; supereco.com

yang amat mematikan. Cemaran tersebut biasanya berasal dari industri kimia. Parameter untuk mengetahui daya racun air limbah biasanya dinyatakan sebagai LC-50 atau *Lethal Concentration*-50, yang berarti konsentrasi cemaran yang mematikan 50% binatang percobaan. Semakin kecil nilai LC-50 berarti semakin toksik air limbah tersebut.

3. Menurunkan populasi hewan air

Cemaran minyak bumi mempunyai efek yang berbeda dari cemaran di atas. Cemaran ini sifatnya tidak begitu toksik, tetapi pertikel minyak bumi dalam air dapat melekat pada binatang air seperti larva dan insekta air yang biasanya menjadi makan ikan. Ketiadaan makanan ikan alami membuat populasi ikan–ikan menurun. Selain itu, cemaran minyak bumi dapat pula menempel pada ikan atau udang. Hal ini akan mengakibatkan gangguan pada *sex attraction,* yang akhirnya berdampak pada berkurangnya populasi ikan dan udang.

4. Bau

Cemaran organik maupun anorganik atau bahan kimia dapat menimbulkan bau busuk, terutama di sungai tempat cemaran itu dibuang. Cemaran ini selanjutnya akan merembes ke sumur-sumur rakyat yang membuat air sumur tidak layak pakai karena mengandung bahan kimia penyebab penyakit

Gambar 41. Pencemaran air.
Sumber: dw-world.de; treehugger.com; wonkroom.thinkprogress.org

jangka panjang, seperti liver, syaraf, ginjal, dan kanker. Cemaran yang sudah masuk dalam sumur sukar untuk direhabilitasi.

5. *Penyuburan tanaman air*

Pembuangan amonia dari area pertanian dan fosfat dari limbah rumah tangga ke dalam sungai atau danau menyebabkannya kelebihan nutrisi yang mengakibatkan penyuburan tanaman air atau biasa disebut eutrofikasi. Efeknya, danau atau sungai dipenuhi eceng gondok sehingga tidak berfungsi sebagai penyimpanan dan saluran air.

Pencemaran air di atas adalah akibat perbuatan tangan-tangan manusia yang jelas akan merugikan manusia sendiri. Kerugian besar dapat berupa kerugian ekonomi (nelayan, PDAM, PLTA), kesehatan, dan estetika.

E. Kekeringan

Kekeringan adalah suatu perioda panjang ketika suatu daerah kekurangan pasokan air. Umumnya kekeringan terjadi ketika suatu daerah tidak menerima curah hujan atau kurang dari biasanya secara terus-menerus. Kekeringan bisa berdampak terhadap lingkungan dan pertanian daerah yang dipengaruhinya. Kekeringan yang berkepanjangan dapat merusak dan membahayakan ekonomi suatu daerah, walaupun hanya terjadi dalam setahun, belum lagi bila terjadi dalam beberapa tahun terus-menerus. Periode kekeringan yang panjang sejak zaman dahulu telah menyebabkan terjadinya migrasi penduduk, dan memegang peranan kunci pada peristiwa-peristiwa perpindahan manusia dan krisis-krisis kemanusiaan pada sejarah peradaban manusia, seperti yang pernah terjadi di bagian tanduk Afrika Utara dan daerah Sahel.

Gambar 42. Kekeringan, di Indonesia dan di Afrika. Sumber: muchrojimachmad.blog.friendster.com; sahabatglosa.wordpress.com

Pada umumnya curah hujan di suatu tempat dipengaruhi oleh dua hal: jumlah uap air di udara dan daya dorong yang menyebabkan gerak naik kelembapan tersebut. Jika salah satu dari keduanya berkurang, terjadilah kekeringan. Keadaan ini umumnya dipicu oleh berkurangnya perbedaan tekanan udara dan peredaran angin di darat, sedangkan berkurangnya penguapan air di laut lebih jarang terjadi. Siklus interaksi kondisi atmosferik dan oseanik, seperti halnya El Nino (ENSO) menyebabkan kekeringan terjadi secara periodik, utamanya di daerah-daerah sekitar samudra pasifik.

Aktivitas manusia dapat secara langsung memicu kekeringan, seperti irigasi besar-besaran dan intensifikasi pertanian dalam skala luas, pembalakan hutan, dan erosi yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kemampuan lahan untuk menangkap dan menahan air. Sementara kegiatan-kegiatan tersebut cenderung berpengaruh secara lokal, terdapat pula aktivitas-aktivitas lainnya yang dapat membawa pengaruh secara global, yang memicu perubahan iklim yang berdampak serius terhadap pertanian, terutama bagi masyarakat negara berkembang. Secara umum, pemanasan global

Gambar 43. Kebakaran hutan
sumber: nozqa.multiply.com

akan meningkatkan jumlah curah hujan, di mana peristiwa erosi dan banjir akan meningkat. Di saat yang sama, terdapat pula daerah-daerah yang akan menjadi lebih kering. Ketika kekeringan terjadi kondisi lingkungan di sekitarnya akan memburuk dan dampaknya terhadap penduduk setempat secara berangsur-angsur akan meningkat. Kekeringan yang parah dapat memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan, seperti yang beberapa tahun terakhir ini sering terjadi di Indonesia (lihat gambar 43).

اِعْلَمُوْٓا اَنَّمَا الْحَيٰوةُ الدُّنْيَا لَعِبٌ وَّلَهْوٌ وَّزِيْنَةٌ وَّتَفَاخُرٌۢ
بَيْنَكُمْ وَتَكَاثُرٌ فِى الْاَمْوَالِ وَالْاَوْلَادِۗ كَمَثَلِ غَيْثٍ
اَعْجَبَ الْكُفَّارَ نَبَاتُهٗ ثُمَّ يَهِيْجُ فَتَرٰىهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ
يَكُوْنُ حُطَامًاۗ وَفِى الْاٰخِرَةِ عَذَابٌ شَدِيْدٌۙ وَّمَغْفِرَةٌ
مِّنَ اللّٰهِ وَرِضْوَانٌۗ وَمَا الْحَيٰوةُ الدُّنْيَآ اِلَّا مَتَاعُ الْغُرُوْرِ

Ketahuilah, sesungguhnya kehidupan dunia itu hanyalah permainan dan sendagurauan, perhiasan dan saling berbangga di antara kamu serta berlomba dalam kekayaan dan anak keturunan, seperti hujan yang tanam-tanamannya mengagumkan para petani; kemudian (tanaman) itu menjadi kering dan kamu lihat warnanya kuning kemudian menjadi hancur. Dan di akhirat (nanti) ada azab yang keras dan ampunan dari Allah serta keridaan-Nya. Dan kehidupan dunia tidak lain hanyalah kesenangan yang palsu.(al-Ḥadīd/57: 20)

Salah satu peristiwa kekeringan yang diceritakan di dalam Al-Qur’an adalah yang terjadi ketika Nabi Yusuf sedang berada di Mesir. Sebelum kekeringan terjadi Raja Mesir (Fir’aun) bermimpi melihat 7 ekor sapi gemuk dimakan oleh 7 ekor sapi kurus (Yūsuf/12: 46-49). Tidak ada yang dapat menakwilkan mimpi tersebut selain Nabi Yusuf. Tidak hanya itu, beliau bahkan dapat menawarkan solusi untuk mengatasi masalah kekeringan yang akan terjadi, yang merupakan takwil dari mimpi sang raja. Pada akhirnya Nabi Yusuf dipercaya menjadi bendahara atau perdana menteri Mesir. Dalam Al-Qur'an dikisahkan,

يُوسُفُ أَيُّهَا الصِّدِّيقُ أَفْتِنَا فِي سَبْعِ بَقَرَاتٍ سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ سَبْعٌ عِجَافٌ وَسَبْعِ سُنْبُلَاتٍ خُضْرٍ وَأُخَرَ يَابِسَاتٍ لَعَلِّي أَرْجِعُ إِلَى النَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَعْلَمُونَ ﴿٤٦﴾ قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَٰلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تُحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَٰلِكَ عَامٌ فِيهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْصِرُونَ ﴿٤٩﴾

”Yusuf, wahai orang yang sangat dipercaya! Terangkanlah kepada kami (takwil mimpi) tentang tujuh ekor sapi betina yang gemuk yang dimakan oleh tujuh (ekor sapi betina) yang kurus, tujuh tangkai (gandum) yang hijau dan (tujuh tangkai) lainnya yang kering agar aku kembali kepada orang-orang itu, agar mereka mengetahui.” Dia (Yusuf) berkata, “Agar kamu bercocok tanam tujuh tahun (berturut-turut) sebagaimana biasa; kemudian apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan di tangkainya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian setelah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari apa (bibit gandum) yang kamu simpan. Setelah itu akan datang tahun, di mana manusia diberi hujan (dengan cukup) dan pada masa itu mereka memeras (anggur).” (Yūsuf/12: 46-49)

Kekeringan yang terjadi pada masa Nabi Yusuf bukanlah kejadian yang lazim terjadi, karena terjadi selama 7 tahun berturut-turut. Bahkan kekeringan tersebut tidak saja melanda Mesir, tetapi sampai

pula di Palestina, tempat ayah Nabi Yusuf, Nabi Yakub, menetap sebelum akhirnya bermigrasi ke Mesir. Sumber air Mesir berasal dari Sungai Nil yang mata airnya sangat jauh di selatan. Dengan demikian, berkurangnya luah Nil tentu saja mengakibatkan kekeringan yang meliputi wilayah yang sangat luas, paling tidak hingga tempat mata air Sungai Nil berasal. Dewasa ini siklus kekeringan yang dipengaruhi oleh mekanisme iklim global, yaitu ENSO (*El Nino South Oscillation*) di Samudra Pasifik dan IOD di Samudera Hindia, memang terjadi dalam periode perulangan rata-rata selama 7 tahun. Pada periode perulangan tersebut lazimnya hanya terjadi satu kali tahun kering yang berat, dan umumnya disusul oleh satu tahun basah (La Nina), bukannya 7 tahun kering secara terus-menerus.

BAB VI
KRISIS AIR

Krisis air yang terjadi di berbagai belahan dunia, baik karena kekeringan, pencemaran, atau sebab lainnya, telah membawa bencana yang menyengsarakan umat manusia dan makhluk hidup lainnya. Apabila kita perhatikan ayat-ayat di bawah ini, dan berbuat sesuai dengan apa yang diamanatkan oleh Allah, maka krisis air merupakan peristiwa yang tidak perlu terjadi.

وَلَقَدْ مَكَّنّٰكُمْ فِى الْاَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيْهَا مَعَايِشَۗ قَلِيْلًا مَّا تَشْكُرُوْنَ

Dan sungguh, Kami telah menempatkan kamu di bumi dan di sana Kami sediakan (sumber) penghidupan untukmu. (Tetapi) sedikit sekali kamu bersyukur. (al-A‘rāf/ 7: 10)

وَلَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلَاحِهَا وَادْعُوْهُ خَوْفًا وَّطَمَعًاۗ اِنَّ رَحْمَتَ اللّٰهِ قَرِيْبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِيْنَ

Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan. (al-A‘rāf/ 7: 56)

A. Krisis dan Konflik Air

Krisis air adalah kata lain dari kekurangan air, istilah yang diterapkan untuk mendeskripsikan keadaan ketika jumlah air yang tersedia tidak lagi mencukupi kebutuhan manusia. Ketika krisis air terjadi, tidak hanya manusia yang ditimpa penderitaan, tetapi semua makhluk hidup, utamanya hewan dan juga tumbuh-tumbuhan. Krisis air telah banyak terjadi di masa lampau dan masih sering dijumpai pada masa kini. Salah satu kisah terkenal tentang krisis air di masa lalu yang diceritakan kitab-kitab

Tabel 6. Beberapa negara yang terpapar krisis air

Negara	Jumlah penduduk terpengaruh (juta orang)
Sudan	12,3
Venezuela	5,0
Zimbabwe	2,7
Tunisia	2,1
Kluba	1,3

sumber: wikipedia.org

suci, terjadi pada zaman Nabi Yusuf yang melanda daerah-daerah Mesir, Palestina, dan sekitarnya, yang terjadi karena adanya variabilitas iklim.[15] Sedangkan pada masa kini krisis air banyak dijumpai di daerah-daerah yang memang beriklim kering (lihat tabel 6).

Di samping itu, sering pula kelangkaan air terjadi dalam tataran kualitas. Artinya, masyarakat kesulitan mendapatkan air berkualitas baik, meski secara kuantitas air berlimpah di wilayah tersebut. Ambillah contoh lahan gambut di Kalimantan. Lahan gambut hampir selalu digenangi air, tetapi air genangannya itu bersifat asam akibat tingginya kandungan asam organik. Contoh lainnya adalah kawasan muara dan pesisir beriklim kering. Air permukaan dan air tanah dangkal di wilayah ini seringkali asin atau payau karena intrusi atau limpahan air laut. Pada saat ini, krisis air dalam tataran

kualitas banyak pula dijumpai di daerah urban atau di kawasan padat penduduk. Perpaduan antara padatnya penduduk dan intensifnya aktivitas menghasilkan limbah yang pekat. Dengan terbatasnya lahan, air yang tercemar limbah ini tidak mendapatkan ruang untuk mengalir dan membersihkan dirinya sendiri, sehingga pada akhirnya limbah ini mencemari pula air tanah yang biasa dimanfaatkan sebagai sumber air.

Tanda-tanda krisis air di suatu wilayah di antaranya: (1) sulitnya mendapatkan air minum dengan kualitas yang memadai, (2) sulitnya mendapatkan air bagi sanitasi dan pengelolaan atau pembuangan limbah, (3) pengambilan air tanah berlebihan yang menyebabkan penurunan muka air tanah atau mengeringnya sumur-sumur, (4) pencemaran air yang menghambat pertumbuhan tanaman dan mengancam keanekaragaman hayati, dan lebih jauh lagi menimbulkan konflik pada masyarakat, (5) mewabahnya penyakit-penyakit yang disebarkan melalui medium air, seperti penyakit kulit.

Untuk daerah-daerah bercurah hujan tinggi, seringnya terjadi banjir dan longsor pada musim hujan dapat pula dikatakan sebagai tanda-tanda krisis air karena pada kondisi daerah seperti ini kesulitan untuk mendapatkan air akan dialami pada musim kemarau yang panjang. Terjadinya banjir musiman dan bencana tanah longsor pada umumnya disebabkan oleh kesalahan manusia dalam mengelola sumber daya lahan. Apabila lahan dimanfaatkan secara intensif tanpa memperhatikan batas-batas daya dukungnya, misalnya pada daerah berlereng terjal, maka hal itu akan meningkatkan risiko erosi dan longsor. Di samping itu, ketersediaan air di suatu tempat dipengaruhi pula oleh pola tutupan vegetasi atau pola penggunaan lahan. Pada lahan yang tertutup vegetasi yang rapat, misalnya hutan, evapotranspirasi dan imbuhan air ke dalam tanah terbilang sangat tinggi. Pada lahan yang lebih terbuka, evapotranspirasi dan imbuhan air ke dalam tanah akan berkurang, digantikan oleh meningkatnya air limpasan ketika hujan, sehingga daya rusak aliran permukaan pada musim hujan meningkat. Derasnya aliran air limpasan pada musim hujan akan menyebabkan tingginya erosi sehingga badan air menjadi keruh karena lumpur terangkut yang dapat menyebabkan pendangkalan dan penyumbatan sungai serta

Gambar 44. Krisis air.
Sumber: rismayadie.wordpress.com; detik.com; saskirsalina.blogspot.com

saluran-saluran air lainnya. Gerusan aliran air yang kuat dapat pula memicu longsor pada tebing-tebing yang terjal. Di samping itu, berkurangnya imbuhan air menyebabkan turunnya persediaan air pada musim kemarau yang biasa terdapat sebagai aliran rendah di sungai-sungai atau sebagai airtanah dangkal yang biasa diambil melalui sumur gali.

Krisis air dapat pula menimbulkan akibat sosial sampingan berupa konflik antarkelompok masyarakat, antar daerah, atau bahkan antarnegara. Konflik air bisa terjadi akibat adanya pertentangan kepentingan antara masyarakat pengguna air. Sampai saat ini memang belum pernah terjadi perang yang disebabkan (hanya) oleh masalah air, tetapi konflik yang disulut oleh permasalahan air sering terjadi dan bisa meluas ke masalah-masalah lainnya. Kelangkaan air dapat menyulut naiknya suhu politik, atau dikenal dengan istilah *water stress*. Konflik air paling sering terjadi di daerah perbatasan antarnegara yang memanfaatkan sumber air yang sama, misalnya pada sungai yang melewati beberapa negara atau pada suatu DAS yang dilintasi

batas negara. Polusi di Sungai Rhine di Eropa sering menyebabkan konflik antara negara-negara yang dilaluinya, yaitu Swiss, Perancis, Jerman, Belgia, dan Belanda. Konflik air sering juga terjadi di daerah gurun yang beririgasi, seperti banyak terdapat di India, Pakistan, dan Cina. Potensi konflik air yang besar juga terdapat di daerah hilir sungai besar, seperti halnya Thailand yang terletak di hilir Sungai Mekong. Di Indonesia konflik air sering terjadi antarpetani pemakai air atau antara petani dan industri. Konflik air terbesar yang pernah terjadi dan menimbulkan kerusuhan sosial serta bentrokan antara masyarakat sipil dan militer serta pemerintah terjadi di Bolivia pada tahun 2000, disebabkan oleh privatisasi sumber air.

Untuk menyelesaikan konflik air secara global PBB pada tahun 2008 meluncurkan suatu program Potensi Konflik menjadi Kerjasama Potensial (*From Potential Conflict to Co-operation Potential*) berupa mediasi, pelatihan-pelatihan, dan penyebaran ilmu pengetahuan yang dapat meredam konflik air. Di samping itu, program ini juga berupaya melindungi masyarakat miskin dari penguasaan air oleh perusahaan atau pribadi yang memiliki modal kuat. PBB pada September 2010 melalui Dewan Air Dunia (*World Water Council*) mendeklarasikan hak dasar atas air (*right to water*) sebagai bagian dari hak asasi manusia (*human rights*), yaitu setiap orang berhak mendapatkan akses atas air bersih untuk memenuhi kebutuhan dasar hidupnya, sebanyak 50 liter/kapita/hari. Melalui konvensi ini, setiap negara diminta komitmennya untuk berupaya mengurangi jumlah penduduk yang tidak memiliki akses kepada sumber air pada tahun 2010 menjadi tinggal setengahnya pada tahun 2015.

B. Penyebab Krisis Air Global

Kekhawatiran akan terjadinya krisis air secara global di masa mendatang didasari oleh keterbatasan sumber daya air (tawar) yang tersedia di permukaan bumi, sementara kebutuhan manusia akan air terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk beserta peningkatan aktivitas (industri)-nya. Di samping itu, krisis air bisa terjadi sebagai akibat perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global.

Ketersediaan air di bumi relatif tetap. Meskipun ada kehilangan air yang menguap ke ruang angkasa atau penambahan uap air dari sisa ekor komet, jumlah tersebut dapat

diabaikan. Seperti telah diulas sebelumnya, sebagian besar air di bumi berada dalam bentuk air laut yang salinitasnya tinggi, sehingga manfaatnya untuk kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya amat terbatas. Air tawar di permukaan bumi hanya berjumlah kira-kira 1% saja, sebagian besar (0,9%) tersedia dalam bentuk air tanah yang tidak atau sangat sulit terbarukan (*unrenewable*). Jadi, hanya sebagian kecil saja (0,1 %) air yang mudah dipergunakan dalam bentuk aliran-aliran sungai atau genangan-genangan pada danau, kolam, dan rawa.

Kebutuhan air untuk setiap orang berbeda-beda dan ditentukan oleh tingkat sosial serta latar belakang budayanya. Untuk memenuhi kebutuhan dasar hidup manusia yang menyangkut air minum, memasak, dan mandi, cuci, serta kesehatan (MCK) di daerah pedesaan di Indonesia, konsumsi harian setiap orangnya (kapita/hari) diperkirakan sebanyak 50 liter. Sedangkan di daerah perkotaan kebutuhan ini meningkat menjadi 100 liter. Di negara yang lebih maju dengan tingkat penghasilan yang lebih tinggi, kebutuhan harian akan air ini rata-rata 200 liter per kapita, bahkan di Amerika serikat di mana air berlimpah dan penghasilan masyarakatnya termasuk salah satu yang tertinggi di dunia, konsumsi air harian per kapita mencapai 500 liter.[13] Di samping untuk kebutuhan dasar, air diperlukan pula untuk memproduksi makanan, pakaian, dan bahan serta alat-alat penunjang kehidupan lainnya. Kandungan air dalam suatu produk biasa dihitung dan ditetapkan sebagai air maya (*virtual water*) atau jejak air (*water footprint*).

Untuk memproduksi roti diper-lukan gandum yang tiap kilogramnya mengandung 1,35 m^3 air maya. Untuk seseorang yang hidup hanya dari roti dengan nilai nutrisi sebesar 2000 kalori per hari berarti secara tidak langsung mengkonsumsi air sebanyak 270 m^3 air per tahun. Pada kenyataannya orang memerlukan pula protein dan vitamin yang dalam menu sehari-hari diperoleh melalui daging, telur, ikan, atau sayuran. Setelah ditambah dengan kelengkapan gizi tersebut, kebutuhan rata-rata konsumsi air tahunan yang lebih realistik adalah sekitar 400 m^3 per tahun, atau sedikit lebih dari 1000 liter per kapita per hari. Untuk bertahan hidup, seseorang diperkirakan membutuhkan 500 sampai 1000 liter air maya dalam bentuk makanan. Pada tahun 1990, diperkirakan masih ada penduduk

bumi yang hanya mengkonsumsi makanan dengan jumlah air maya kurang dari 1000 liter (Kandel, 2003), sedangkan para penduduk di negara-negara kaya, seperti Amerika dan negara-negara Eropa, umumnya mengkonsumsi lebih dari 2000 liter air maya.

Perlu dicatat bahwa meskipun pertanian merupakan sektor yang paling banyak mengkonsumsi air, tapi jumlah air maya yang diperlukan untuk mendapatkan satu satuan produk industri nonpertanian umumnya jauh lebih besar. Untuk memproduksi dan proses pencelupan kain, misalnya, memerlukan air kira-kira 1 m^3 untuk setiap warna pada setiap meter kain yang dihasilkan. Yang pasti proses tersebut memerlukan air yang berkualitas baik. Setelah proses pencelupan selesai, hampir seluruh air yang terpakai masih tetap utuh dan harus dialirkan kembali (dibuang) ke alam, namun dalam kualitas yang sedemikian buruk sehingga tak dapat dipakai lagi untuk apa pun. Proses-proses penambangan, pencetakan logam, penyamakan kulit, dan industri nonpertanian lainnya juga menghasilkan air limbah yang pekat yang ketika dibuang ke alam menyebabkan perairan di sekitarnya kehilangan manfaat.

Berdasarkan perkiraan tersebut, jumlah air per kapita untuk sekadar bertahan hidup sekitar 3500 m^3 per tahun. Kebutuhan per kapita minimal absolut diperkirakan sebanyak 500 m^3 per kapita per tahun, sedangkan untuk hidup cukup nyaman diperlukan sekitar 2000 m^3 per tahun. Dengan peningkatan taraf hidup masyarakat, pemakaian air per kapita per orang juga akan terus meningkat sesuai pola hidup (makan, berpakaian, berkendaraan, dan lain-lain) yang disertai dengan peningkatan konsumsi barang-barang. Peningkatan kesejahteraan hidup masyarakat secara langsung maupun tidak langsung juga meningkatkan jumlah pemakaian air per kapita per orang per tahun

Tabel 7. Kandungan air maya atau jumlah air yang diperlukan untuk menghasilkan berbagai jenis produk pertanian dan peternakan.

Satuan Produk	Volume Air Maya
1 kg beras	3000 liter
1 kg gandum	1350 liter
1 kg kedelai	2300 liter
1 liter susu	1000 liter
1 kg jagung	900 liter
1 cangkir kopi	140 liter
1 kg daging sapi	16000 liter
1 kg daging ayam	2800 liter
1 kg telur	4700 liter
1 kg keju	5300 liter

akan terus meningkat dari 500m^3 menjadi 1000 m^3, 2000 m^3, 5000 m^3, sampai batas akhir yang belum diketahui.

Distribusi ketersediaan air tidak merata dengan perbedaan yang mencolok antara satu bagian dunia dengan lainnya, dipengaruhi oleh faktor iklim, utamanya presipitasi (curah hujan atau salju). Dari total presipitasi yang jatuh ke atas tanah, dua per tiga di antaranya kembali lagi ke udara sebagai air evapotranspirasi, sedangkan sepertiga lainnya mengalir di atas permukaan tanah, menggenangi danau-danau, rawa, dan lahan pertanian serta mengimbuh ke dalam tanah dan akhirnya mengalir ke laut. Ketersediaan air di suatu daerah atau negara biasa diperhitungkan berdasarkan jumlah air yang bersirkulasi di daratan sampai ke laut, atau dikenal sebagai *run off*, yang jumlahnya diperkirakan sama dengan sepertiga dari jumlah presipitasi.

Ketersediaan air pada suatu negara sangat berbeda dari negara lainnya, terutama bila dikaitkan dengan iklim dan jumlah penduduk serta pola pemakaiannya. Sebagai contoh di Afrika, negara beriklim basah Gabon memiliki ketersediaan air setiap tahunnya melebihi 100.000 m^3 bagi setiap penduduknya, sedangkan di Sahara hampir benar-benar kering, meski penduduknya memang sangat sedikit. Wilayah Amerika Serikat menyediakan hampir 10000 m^3 air untuk rata-rata per orang per tahun, tetapi apabila dilihat lebih rinci penyebarannya sangat tidak merata. Di daerah sekitar gurun Arizona, misalnya, ketersediaan

Tabel 8. Neraca pasokan-permintaan air di Indonesia, musim kemarau 2003 dan 2020. (miliar m^3).

Ketersediaan	Permintaan 2003	Proyeksi permintaan 2020	Neraca	
Sumatera	96.2	11.6	13.3	Surplus
Jawa & Bali	25.3	38.4	44.1	Defisit
Kalimantan	167.0	2.9	3.5	Surplus
Nusa Tenggara	4.2	4.3	4.7	Defisit
Sulawesi	14.4	9.0	9.7	Surplus
Maluku	12.4	0.1	0.2	Surplus
Papua	163.6	0.1	0.2	Surplus

Sumber: Sutardi 2003

air sangat rendah, sedangkan di Alaska sangat tinggi. Demikian pula di Indonesia yang meskipun secara umum tergolong daerah kepulauan dengan iklim tropis basah, tetapi ternyata memiliki keragaman yang besar sehingga ketersediaan air per kapita berlainan untuk setiap pulau (tabel 8).

Melihat ketersediaan dan pola pemakaian air maka tampak Pulau Jawa sudah memasuki tahap krisis air. Bersamaan dengan itu pola hidup penduduk Pulau Jawa amat beragam, dari yang sederhana di pedesaan hingga yang kompleks di kota-kota metropolitan. Seringnya terjadi kasus-kasus kesulitan air bersih dan bencana-bencana yang berkaitan dengan air memperkuat sinyalemen bahwa tahap krisis air di Pulau Jawa sedang dijalani.

Kekhawatiran akan terjadinya krisis air global di masa mendatang ditambah dengan fenomena perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global sangatlah beralasan. Perubahan iklim dapat menimbulkan dampak yang signifikan bagi sumber daya air karena terdapat hubungan yang erat antara iklim dan siklus hidrologi (Ludwig, et. al., 2009). Pemanasan global akan meningkatkan jumlah penguapan dan pada tahap berikutnya akan mengakibatkan peningkatan presipitasi: hujan dan salju. Peningkatan penguapan dari hujan dan salju diperkirakan akan terjadi secara regional. Secara umum perubahan ini akan berbeda di setiap tempat dan daerah iklim. Secara keseluruhan, pasokan airtawar global akan meningkat, tetapi baik kekeringan maupun banjir akan lebih sering pula terjadi di berbagai tempat dengan intensitas yang lebih besar. Di samping it,u meningkatnya jumlah luah aliran permukaan belum tentu disertai dengan peningkatan ketersediaan air bersih, karena erosi diperkirakan akan meningkat pula sehingga menyebabkan aliran menjadi keruh dan pendangkalan pada sungai, saluran air, dan danau serta waduk. Tingginya temperatur akan meningkatkan daya larut air dan menyebabkan eutrofikasi atau peningkatan kesuburan air sehingga menimbulkan ledakan pertumbuhan ganggang atau biota air lainnya.

Fenomena pemanasan global ini terjadi karena besarnya emisi gas-gas rumah kaca (GRK) sebagai akibat pemakaian bahan bakar fosil secara massal semenjak Revolusi Industri. Jadi, perubahan iklim pada dasarnya adalah tanda-tanda kerusakan alam yang diakibatkan oleh perilaku manusia dalam

Gambar 45. Buangan gas industri penyumbang terbesar emisi Gas Rumah Kaca. sumber: techno.okezone.com

memakai sumber daya alam, seperti yang telah diperingatkan oleh Allah dalam Al-Qur'an,

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِى الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ اَيْدِى النَّاسِ لِيُذِيْقَهُمْ بَعْضَ الَّذِيْ عَمِلُوْا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُوْنَ

Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (ar-Rūm/30: 41)

Semua permasalahan lingkungan yang harus dihadapi umat manusia terjadi karena umat manusia tidak bijak dan terlalu berlebihan dalam memanfaatkan sumber daya. Sesungguhnya Allah telah dan akan mencukupkan keperluan umat manusia, tetapi manusia sendirilah yang merusaknya.

وَابْتَغِ فِيْمَآ اٰتٰىكَ اللّٰهُ الدَّارَ الْاٰخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيْبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَاَحْسِنْ كَمَآ اَحْسَنَ اللّٰهُ اِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِى الْاَرْضِ ۗاِنَّ اللّٰهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِيْنَ

Dan carilah (pahala) negeri akhirat dengan apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berbuat kerusakan. (al-Qaṣaṣ/28: 77)

C. Upaya Pencegahan Krisis Air

Pada mulanya penyebab kekhawatiran terhadap terjadinya krisis air secara global adalah pertambahan jumlah penduduk. Penduduk dunia bertambah dengan pesat terutama pada abad terakhir, dari 1,6 miliar pada tahun 1900 menjadi sekitar 6 miliar pada tahun 2000 (Kandel, 2003). Rata-rata pertambahan penduduk berjalan secara eksponensial dengan tingkat pertumbuhan rata-rata 0,7% per tahun pada periode 1750–1950, tetapi antara 1950–1975 tingkat pertumbuhan naik menjadi 1,9% per tahun. Tetapi kini kekhawatiran atas dasar pertambahan jumlah penduduk ini agak berkurang karena tampaknya pada abad XXI ini akan terjadi stabilisasi jumlah penduduk. Tanda-tanda ke arah ini sudah tampak di Eropa dan Amerika Serikat dengan tingkat pertumbuhan yang melambat semenjak 1975. Untuk pertama kali sepanjang sejarah manusia, perlambatan pertumbuhan jumlah penduduk ini tidak disebabkan oleh meningkatnya jumlah kematian, tetapi oleh menurunnya tingkat kelahiran. Penyebabnya tidak begitu jelas, tapi ditengarai berhubungan dengan tingkat kesejahteraan hidup dan "kebebasan" serta persamaan hak kaum wanita.

Meskipun demikian, kehawatiran lain datang dari pola dan perilaku umat manusia dalam mengkonsumsi sumber daya, khususnya air. Seperti telah diuraikan di atas perbaikan taraf hidup selalu disertai dengan peningkatan konsumsi air baik secara langsung dan tidak langsung. Sedangkan perbandingan kebutuhan air minimum dengan rata-rata konsumsi air pada masyarakat yang paling maju umumnya kira-kira 1 : 4 atau bisa mencapai 1 : 10. Berdasarkan kenyataan diatas maka kemungkinan akan terjadinya krisis air tetap besar. Agar terhindar dari krisis air secara global di masa depan, para ahli berharap pada perubahan sikap dan tindakan-tindakan yang dapat digolongkan menjadi tiga upaya yaitu: (1) pengelolaan atau manajemen sumber daya air, (2) perubahan perilaku konsumsi air, dan (3) teknologi baru penyediaan air bersih. Upaya-upaya ini perlu dilaksanakan secara bersama-sama oleh seluruh lapisan masyarakat, mulai tingkat individual, lokal, negara sampai dengan tingkat global yang melibatkan lembaga-lembaga internasional (misalnya PBB) dan antarpemerintah (misalnya untuk sungai yang melintasi beberapa negara seperti Sungai Nil, Rhine, Mekong, dan semisalnya). Sebagai

salah satu upaya antisipasi tingkat global, PBB selaku lembaga tertinggi antarbangsa mendeklarasikan hak dasar atas air (*right to water*) dan sanitasi sebagai bagian dari hak asasi manusia (*human rights*), yaitu setiap orang berhak mendapatkan akses atas air yang aman (bersih) dan cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar (pribadi dan domestik) hidupnya (atau kira-kira sebanyak 50 liter/kapita/hari). Deklarasi ini diakui oleh 122 negara pada bulan September 2010. Melalui konvensi ini, setiap negara diminta komitmennya untuk berupaya mengurangi jumlah penduduk yang tidak memiliki akses terhadap sumber air pada tahun 2010 menjadi tinggal setengahnya pada tahun 2015.

Meskipun didapati adanya proses pembaruan sumber daya air di bumi melalui mekanisme daur air atau siklus hidrologi, tetapi kini semakin disadari bahwa air merupakan sumber daya yang terbatas. Kenyataan memperlihatkan bahwa krisis air telah terjadi di beberapa tempat di seluruh dunia. Tidak hanya di daerah beriklim kering, bahkan pada lokasi-lokasi di mana air seharusnya (dan memang) berlimpah, banyak dijumpai betapa air bersih sudah sulit didapatkan. Tidak sedikit pedesaan dan kota nyaman yang beberapa dekade lalu memiliki sumber air berlimpah, kini bekembang menjadi kawasan kumuh dan dipenuhi genangan-genangan air kotor berwarna gelap yang menebar aroma tidak sedap. Keadaan seperti di atas umumnya terjadi sebagai akibat dari adanya pemanfaatan air dan lahan yang tidak sesuai atau bahkan melampaui kemampuan serta kesesuaiannya.

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَسَالَتْ اَوْدِيَةٌۢ بِقَدَرِهَا

Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah ia (air) di lembah-lembah menurut ukurannya. (ar-Ra‘d/13: 17)

وَلَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلَاحِهَا وَادْعُوْهُ خَوْفًا وَّطَمَعًاۗ اِنَّ رَحْمَتَ اللّٰهِ قَرِيْبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِيْنَ

Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoa-lah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan. (al-A‘rāf/7: 56)

Karena air merupakan suatu sumber daya yang dinamis, selalu bergerak (atau berpindah) dari suatu tempat ke tempat lainnya dan selalu berubah dari suatu bentuk (fasa) ke bentuk lainnya, maka keberadaan air yang menyangkut

jumlah dan mutu selalu dipengaruhi oleh karakteristik wilayah setempat dan waktu. Salah satu faktor yang sangat menentukan jumlah ketersediaan air di suatu tempat adalah iklim. Dengan variabilitas iklim, keterbatasan jumlah dan mutu air di suatu tempat pada dasarnya selalu berubah dari waktu ke waktu. Sebaliknya, setiap posisi lokasi di muka bumi ini memiliki fungsi tertentu dalam daur hidrologi. Misalnya, daerah-daerah gunung dan hutan berfungsi sebagai penangkap awan dan pemancing hujan, daerah rendahan sebagai tempat genangan dan aliran, daerah kaki bukit dan patahan sebagai tempat keluarnya mata air, dan sebagainya. Apabila pemanfaatan air dan lahan di tempat-tempat tersebut tidak sesuai dengan kemampuan dan kesesuaian karakternya maka air yang tadinya merupakan sumber berkah akan berubah menjadi sumber bencana. Air juga memiliki kemampuan untuk membersihkan dirinya sendiri melalui proses oksidasi zat-zat pengotornya apabila dibiarkan mengalir. Untuk itu diperlukan ruang untuk pengaliran air agar air kotor dapat menjadi bersih dengan sendirinya dan dapat kembali dimanfaatkan. Semakin pekat pengotor di dalam air, akan semakin besar jarak atau ruang yang diperlukan untuk membersihkannya, kecuali apabila dilakukan upaya pembersihan air buatan seperti pada instalasi pengolah limbah.

Berdasarkan perilaku sumber daya air seperti ini, maka diperlukan suatu pengelolaan sumber daya air yang sesuai dengan kemampuan dan kesesuaiannya. Misalnya, daerah puncak, punggungan, atau lereng yang curam hendaknya dialokasikan untuk daerah konservasi agar di samping tersedia ruang bagi imbuhan air tanah, dapat pula meminimalkan kerugian dari tanah longsor dan banjir. Di samping itu, penyediaan ruang-ruang bagi aliran air untuk pemulihan kualitasnya dan untuk menampung genangan berlebih pada saat luah aliran memuncak di musim hujan mutlak diperlukan. Tindakan-tindakan ini menyangkut pengaturan ruang dan pemanfaatan lahan. Pada dasarnya pengelolaan sumber daya air tidak dapat dipisahkan dari pengelolaan sumber daya lahan. Di daerah perkotaan atau daerah industri, di samping alokasi pemakaian sumber-sumber air, pengelolaan air menyangkut pula pengelolaan air kotor atau limbah, misalnya menjamin agar air kotor atau air limbah tersebut tidak

masuk dan mencemari sumber-sumber air bersih. Dengan luasnya ruang lingkup serta kompleksitas masalahnya, maka pelaksanaan pengelolaan sumber daya air harus dilakukan secara bersama-sama oleh seluruh lapisan masyarakat. Pihak yang seyogianya paling bertanggung jawab melaksanakan pegelolaan air dan lahan adalah pemerintah pusat atau pemerintah daerah melalui seperangkat aturan dan sanksinya yang harus diterapkan dengan bijak, adil, dan tanpa pandang bulu.

يٰدَاوٗدُ اِنَّا جَعَلْنٰكَ خَلِيْفَةً فِى الْاَرْضِ فَاحْكُمْ بَيْنَ النَّاسِ بِالْحَقِّ وَلَا تَتَّبِعِ الْهَوٰى فَيُضِلَّكَ عَنْ سَبِيْلِ اللّٰهِ ۗاِنَّ الَّذِيْنَ يَضِلُّوْنَ عَنْ سَبِيْلِ اللّٰهِ لَهُمْ عَذَابٌ شَدِيْدٌ ۢبِمَا نَسُوْا يَوْمَ الْحِسَابِ

(Allah berfirman), "Wahai Daud! Sesungguhnya engkau Kami jadikan khalifah (penguasa) di bumi, maka berilah keputusan (perkara) di antara manusia dengan adil dan janganlah engkau mengikuti hawa nafsu, karena akan menyesatkan engkau dari jalan Allah. Sungguh, orang-orang yang sesat dari jalan Allah akan mendapat azab yang berat, karena mereka melupakan hari perhitungan." (Ṣād/38: 26)

Dalam menyikapi masalah distribusi ketersediaan air yang tidak merata di permukaan bumi, para ahli sepakat bahwa persoalan sumber daya air harus diselesaikan secara terintegrasi pada satu satuan wilayah hidrologis yang dibatasi oleh Daerah Tangkapan Air (DTA) atau dikenal pula sebagai Daerah atau Wilayah (peng)Aliran Sungai (DAS, DPS, atau WPS), yang dalam bahasa Inggris populer dengan istilah *watershed*. DTA atau DAS merupakan satu kesatuan kawasan di darat yang dibatasi oleh puncak-puncak gunung atau bukit beserta punggungan-punggungan tertinggi, di mana semua air yang jatuh di dalam kawasan tersebut akan mengalir ke sungai utama yang sama dan pada akhirnya akan bermuara ke laut. Di dalam suatu Daerah Tangkapan Air, eksploitasi air atau lahan di suatu tempat akan membawa pengaruh terhadap tempat lainnya, terutama ke arah hilirnya. Pada umumnya suatu DTA tidak mempengaruhi DTA lainnya. Namun demikian, apabila dilakukan pengaliran air (ekspor/impor) air dari suatu DTA ke DTA lainnya (kecuali dalam bentuk air maya), permasalahan justru akan semakin kompleks, tidak saja dari tatanan hidrologi dan ekologi, tetapi juga dari sisi tatanan sosio-ekonomi.

Dengan terbatasnya ketersediaan air di muka bumi, maka tampaknya pengelolaan sumber daya

air saja tidak akan cukup untuk mencegah terjadinya globalisasi krisis air. Di daerah-daerah padat penduduk penghematan dan efisiensi pemanfaatan sumber daya air merupakan langkah yang mendesak untuk dilakukan. Berhemat dalam memanfaatkan sumber daya air, seperti halnya dalam memanfaatkan sumber daya lainnya, dapat dilakukan dengan mengurangi (*reduce*), memanfaatkan kembali (*reuse*) dan mendaur ulang (*recycle*) sumber daya air.

Dalam mengurangi pemakaian sumber daya air, hal pertama yang mesti dilakukan adalah menghentikan pemakaian air untuk hal-hal yang tidak perlu. Misalnya, kalau mandi cukup bersih dengan satu ember, kita tidak perlu menghabiskan dua atau tiga ember. Upaya lainnya adalah membuat dan memakai peralatan dan barang-barang yang dapat dicuci atau dijalankan serta dipelihara dengan sedikit air. Akhirnya kita dituntut untuk mengembangkan teknologi hemat air, misalnya mengembangkan cara bertani yang hemat air, salah satunya dengan menciptakan varietas-varietas tanaman yang tahan kering.

Berhemat dari sisi kualitas air bisa dilakukan dengan memanfaatkan kembali air, artinya memanfaatkan air yang telah dipakai untuk penggunaan lain. Misalnya, untuk menyiram tanaman kita tidak perlu menggunakan air yang sangat bersih, tetapi bisa memanfaatkan air limbah domestik, seperti air bekas mencuci peralatan dapur. Melalui tindakan ini kita bisa memanfaatkan air limbah domestik yang umumnya mengandung bahan terlarut yang berguna sebagai pupuk. Contoh penghematan lainnya adalah penggunakan air laut sebagai pembilas toilet, yang bisa dilakukan oleh hotel-hotel di kawasan pesisir.

Sedangkan daur ulang diperlukan untuk membersihkan kembali air yang sangat kotor, misalnya melalui pengolahan limbah industri. Dalam mendaur ulang air, zat pencemar perlu dipisahkan dulu dari air sampai batas-batas aman yang ditentukan peraturan, sebelum air tersebut dibuang ke perairan bebas, atau untuk dimanfaatkan kembali. Penghematan sumber daya air, seperti halnya sumber daya alam lainnya, diharapkan menjadi perilaku umum dan menjadi budaya umat manusia di masa mendatang. Oleh karena itu, upaya ke arah ini perlu dilakukan melalui sosialisasi permasalahan untuk mendapatkan kepedulian semua pihak, yang

harus pula disertai dengan studi-studi untuk penerapan cara pelaksanaannya.

يٰبَنِيْٓ اٰدَمَ خُذُوْا زِيْنَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَّكُلُوْا وَاشْرَبُوْا وَلَا تُسْرِفُوْاۚ اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ

Wahai anak cucu Adam! Pakailah pakaianmu yang bagus pada setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, tetapi jangan berlebihan. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan. (al-A'rāf/7: 31)

وَاِذَآ اَرَدْنَآ اَنْ نُّهْلِكَ قَرْيَةً اَمَرْنَا مُتْرَفِيْهَا فَفَسَقُوْا فِيْهَا فَحَقَّ عَلَيْهَا الْقَوْلُ فَدَمَّرْنٰهَا تَدْمِيْرًا

Dan jika Kami hendak membinasakan suatu negeri, maka Kami perintahkan kepada orang yang hidup mewah di negeri itu (agar menaati Allah), tetapi bila mereka melakukan kedurhakaan di dalam (negeri) itu, maka sepantasnya berlakulah terhadapnya perkataan (hukuman Kami), kemudian Kami binasakan sama sekali (negeri itu). (al-Isrā'/17: 16)

اِنَّ الْمُبَذِّرِيْنَ كَانُوْٓا اِخْوَانَ الشَّيٰطِيْنِۗ وَكَانَ الشَّيْطٰنُ لِرَبِّهٖ كَفُوْرًا

Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya. (al-srā'/17: 27)

Harapan terbesar umat manusia agar terhindar dari krisis air global terletak pada teknologi baru dalam penyediaan air bersih secara mudah dan murah. Harapan tersebut didasarkan pada kenyataan bahwa sesungguhnya (molekul) air berlimpah di muka bumi ini, tetapi hanya sebagian kecil air yang dapat dipergunakan manusia, yaitu dalam bentuk cair dan bersih. Teknologi baru yang diharapkan adalah merubah bentuk air yang kurang bermanfaat, seperti air laut, es atau kelembapan udara menjadi bentuk yang lebih bermanfaat. Upaya manusia menjadikan es yang berada di daerah kutub sebagai sumber air tawar sudah dipikirkan dan sering diusulkan. Bongkah-bongkah pulau es banyak terdapat mengapung di laut utara. Bongkah *iceberg* sebenarnya bisa ditarik dengan kapal laut ke tempat-tempat yang membutuhkannya, misalnya daerah Timur Tengah. Tetapi, energi yang dibutuhkan untuk mengangkutnya demikian besar, belum lagi potensi penyusutan volume yang sangat besar selama dalam perjalanan dan sebelum dimanfaatkan. Dengan teknologi dan moda transportasi yang ada saat ini, harga air yang dihasilkan dari proses penarikan *iceberg* ini di tempat tujuan masih terlalu mahal.

Sumber air tawar nonkonvensional lainnya adalah kelembapan udara. Kelembapan udara terdapat di mana-mana, meski kuantitasnya

sangat bervariasi di setiap tempat. Kelembapan udara dapat diubah menjadi air embun (*dew water*) dan ditangkap sebagai air tawar yang hampir murni. Pada saat ini teknologi penangkapan kelembapan udara telah banyak dikembangkan dan hasilnya mulai dijual di pasaran umum, baik dalam bentuk air embun kemasan maupun dalam bentuk perangkat pengembun air. Seperti kita ketahui, kandungan uap yang terdapat dalam bentuk kelembapan udara secara total sangat kecil (0,002%), jauh lebih kecil daripada proporsi total air tawar yang ada di muka bumi (1%), sehingga jumlah yang diharap dapat dihasilkan dengan teknologi ini terbatas sekali. Pada daerah-daerah kering, kelembapan udara sangat rendah, sehingga untuk mendapatkan 1 liter air embun saja diperlukan energi yang sangat besar. Di daerah beriklim basah, terutama di musim hujan, kelembapan udara bisa mendekati 100%, dan embun dapat dengan lebih mudah dihasilkan. Meski demikian, harga per liter air embun pada saat ini masih tetap mahal. Kini pengembun air sudah mulai dipakai untuk mendapatkan air minum secara pribadi di tempat-tempat di mana air sulit didapat, misalnya di tengah laut atau di gurun. Hanya saja, memproduksi air embun pada skala besar untuk keperluan massal masih belum dilakukan.

Teknologi nonkonvensional yang paling lazim digunakan hingga saat ini adalah desalinisasi. Desalinisasi adalah proses buatan manusia untuk merubah air asin (umumnya air laut) menjadi air tawar. Desalinisasi memiliki prospek yang paling baik untuk dikembangkan mengingat lebih dari 97% air di bumi berupa air laut. Metode yang paling umum dipergunakan pada proses desalinisasi adalah distilasi dan *reverse osmosis*. Distilasi adalah proses yang meliputi penguapan air laut dengan pemanasan, yang dilanjutkan dengan mengkondensasikan kembali uap tersebut dalam bentuk air tawar. Sedangkan *reverse osmosis* menyangkut proses ekstraksi air dari larutan garam (air laut) melalui membran semipermeabel dengan bantuan pompa bertekanan tinggi. Meski masih mahal, desalinisasi sudah menjadi proses yang praktis dilakukan untuk memenuhi keperluan domestik di daerah beriklim arid (sangat kering) atau di negara-negara di mana air merupakan sumber daya yang langka. Sebagai hasil upaya inovasi, biaya

desalinisasi kini dapat diupayakan lebih murah lagi sehingga bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih/air minum masyarakat. Negara yang paling banyak melakukan desalinisasi untuk keperluan umum adalah negara-negara di Teluk Persia. Meski demikian, di negara-negara dengan sumber baku air tawar yang melimpah seperti Indonesia, konservasi untuk memelihara keberlanjutan sumber air tawar yang ada serta memakainya secara bijak akan selalu lebih murah biayanya ketimbang melakukan desalinisasi. Mengurangi pemakaian air desalinisasi berarti menghemat energi, karena proses-proses desalinisasi seperti *revese osmosis* ataupun distilasi memerlukan masukan energi yang tidak sedikit.

Allah meminta kita untuk turut aktif memecahkan permasalahan yang dihadapi umat manusia. Dalam mencari upaya (teknologi) untuk penyelesaiannya, seharusnya orang-orang beriman lebih percaya akan pertolongan Allah karena Allah akan membantu memudahkannya, sesuai dengan firmannya:

قُلِ انْظُرُوْا مَاذَا فِى السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِۗ وَمَا تُغْنِى الْاٰيٰتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَّا يُؤْمِنُوْنَ

Katakanlah, "Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi!" Tidaklah bermanfaat tanda-tanda (kebesaran Allah) dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang yang tidak beriman. (Yūnus/10: 101)

اَلَمْ تَرَوْا اَنَّ اللّٰهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِى السَّمٰوٰتِ وَمَا فِى الْاَرْضِ وَاَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهٗ ظَاهِرَةً وَّبَاطِنَةً ۗوَمِنَ النَّاسِ مَنْ يُّجَادِلُ فِى اللّٰهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَّلَا هُدًى وَّلَا كِتٰبٍ مُّنِيْرٍ

Tidakkah kamu memperhatikan bahwa Allah telah menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk (kepentingan)mu dan menyempurnakan nikmat-Nya untukmu lahir dan batin. Tetapi di antara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah tanpa ilmu atau petunjuk dan tanpa Kitab yang memberi penerangan.(Luqmān/31: 20)

BAB VII
PENUTUP

Uraian umum tentang air, baik dalam proses penciptaan/ pembentukan dan sifat-sifatnya sebagai benda alam maupun manfaatnya bagi manusia, tampaknya tidak ada pertentangan berarti antara apa yang teramati umat manusia melalui perkembangan sains dengan apa yang termaktub di dalam kitab suci Al-Qur'an. Beberapa peristiwa khusus yang dikisahkan di dalam Al-Qur'an berupa fenomena di zaman para nabi terdahulu, ketika air berperilaku di luar kebiasaannya, masih sulit diterangkan oleh sains. Meski upaya pencarian bukti-bukti untuk mengurai sebab-sebab dan proses kejadiannya secara saintifik

masih belum tuntas dilakukan para ilmuwan, tetapi karena itu semua adalah kejadian yang menyangkut mukjizat, maka pada umumnya umat beragama dapat menerima kejadian ini sebagai hal yang memang terjadi sebagai satu bukti kekuasaan Allah.

Di dalam Al-Qur'an, sifat-sifat air dilukiskan secara sederhana, berupa peringatan, perumpamaan, dan perintah berperilaku sehingga penafsirannya bisa diikuti oleh siapa pun dengan mudah. Ketika membahas hujan, misalnya, proses daur air diuraikan dengan singkat, sederhana, gamblang, dan mudah dimengerti, tapi sekaligus lengkap dan rinci meskipun terpisah-pisah dalam beberapa ayat di dalam surat yang berlainan. Hal ini tentu dapat dimengerti karena Al-Qur'an tidak dimaksudkan sebagai buku sains, melainkan sebagai peringatan, pencerahan, dan petunjuk yang membimbing manusia menuju peningkatan keimanan dan ketakwaan kepada Allah Yang Mahakuasa.

Di dalam sains, penguraian tentang perilaku air didasarkan atas hasil pengamatan yang lama, yang kemudian dirumuskan secara berangsur-angsur oleh para ilmuwan sepanjang perkembangannya. Perumusan ini harus didukung pula oleh pemahaman-pemahaman yang menyeluruh mengenai berbagai disiplin ilmu seperti fisika, kimia, dan matematika, serta harus pula melibatkan alat-alat pengamat yang terus berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi dan sains itu sendiri. Tetapi dengan mengerti kerumitan itu, atas berkah Allah pula, kemanfaatan air untuk umat manusia terus dirasakan dan disyukuri. Peningkatan manfaat ini disebabkan antara lain oleh penemuan-penemuan dan penerapan teknologi baru. Akan tetapi disadari atau tidak, sampai saat ini, walaupun manusia dapat memanfaatkan air yang tersedia sebanyak yang dia mampu dan dengan cara yang amat canggih, ternyata kontrol manusia terhadap air dan perilakunya (dan juga alam ini pada umumnya) sangat terbatas. Bukti keterbatasan itu tampak pada masih banyaknya masalah yang berkaitan dengan air, atau bahkan bencana yang terus-menerus terjadi hingga kini. Keterbatasan manusia memang sudah ketetapan Allah, dan dalam masalah air ini, Allah tegaskan berupa pertanyan di dalam ayat-ayat berikut.

أَفَرَءَيْتُمُ ٱلْمَآءَ ٱلَّذِى تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ ءَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ ٱلْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنزِلُونَ ﴿٦٩﴾ لَوْ نَشَآءُ جَعَلْنَٰهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٧٠﴾

Pernahkah kamu memperhatikan air yang kamu minum? Kamukah yang menurunkannya dari awan ataukah Kami yang menurunkan? Sekiranya Kami menghendaki, niscaya Kami menjadikannya asin, mengapa kamu tidak bersyukur? (al-Wāqi‘ah/56: 68-70)

Dengan keunikan sifat-sifatnya, perannya bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya, dan kemungkinan pemanfaatannya untuk kesejahteraan manusia, tampak jelas bahwa air merupakan suatu bentuk dari rahmat Allah untuk umat manusia. Meski demikian, suatu saat air bisa berubah menjadi sumber bencana. Pada zaman ini kita semakin mengerti bahwa timbulnya permasalahan air dan bencana akibat air umumnya disebabkan oleh kesalahan manusia dalam mengelola dan mengeksploitasi alam. Sementara itu, Al-Qur'an menceritakan kisah-kisah bencana yang disebabkan oleh air sebagai azab Allah terhadap kaum terdahulu yang berdosa atau melampaui batas dan tidak mampu mengelola alam karunia Allah. Bagaimanapun, umat Islam harus meyakini bahwa apabila manusia bersikap dan berperilaku sesuai dengan perintah atau kehendak Allah, maka bencana pasti dapat dihindari atau diminimalisasi. Allah berfirman,

Kebajikan apa pun yang kamu peroleh, adalah dari sisi Allah, dan keburukan apa pun yang menimpamu, itu dari (kesalahan) dirimu sendiri. Kami mengutusmu (Muhammad) menjadi Rasul kepada (seluruh) manusia. Dan cukuplah Allah yang menjadi saksi. (an-Nisā'/4: 79)

Di ayat lain, kita memahami bahwa siapa yang berbuat baik atau berbuat buruk (kerusakan) maka akibatnya akan kembali kepadanya, karena Allah sama sekali tidak akan menzalimi hamba-Nya sedikit pun, sebagaimana dapat dicermati dalam ayat berikut.

مَنْ عَمِلَ صَالِحًا فَلِنَفْسِهٖ ۙ وَمَنْ اَسَاۤءَ فَعَلَيْهَا ۗ وَمَا رَبُّكَ بِظَلَّامٍ لِّلْعَبِيْدِ

Barangsiapa mengerjakan kebajikan maka (pahalanya) untuk dirinya sendiri dan barangsiapa berbuat jahat maka (dosanya) menjadi tanggungan dirinya sendiri. Dan Tuhanmu sama sekali tidak menzalimi hamba-hamba(-Nya). (Fuṣṣilat/41: 46)

Sejalan dengan perkembangan peradaban selama sejarah manusia, persepsi terhadap air mengalami pula perubahan. Pada awalnya air dianggap sebagai barang alami

yang tersedia secara cuma-cuma. Karena air merupakan barang vital maka untuk alasan kemudahan mengakses, manusia selalu mendekati sumber air. Sampai sejauh itu air tetap dianggap sebagai barang yang ketersediaannya tidak terbatas di alam, hanya masalah jauh dan dekatnya saja. Dengan demikian, walaupun tanah tempat sumber air dikuasai seseorang, tetapi limpahan air yang keluar darinya masih merupakan barang alami yang berhak dipakai siapa saja. Di daerah-daerah sulit air, seperti di Semenanjung Arab, air permukaan sulit diperoleh. Air bersih biasa didapat dengan menggali sumur, sehingga seseorang yang berkemampuan menggali sumur dan memperbolehkan orang lain untuk mengambil air darinya, akan dianggap sebagai orang yang sangat berjasa. Pada keadaan seperti ini air menjadi barang sosial. Di kawasan ini umum didapati suatu komunitas menggali sumur secara bersama dan mempergunakannya bersama pula.

Seiring makin langkanya air bersih, seperti di daerah perkotaan dewasa ini, penyediaan air bersih memerlukan upaya (dan biaya) yang besar. Oleh karena itu, untuk bisa memperoleh air seseorang harus membayar biaya penyediaannya. Karena prasarana penyediaan air juga memerlukan biaya pemeliharaan (*maintenance*) yang seringkali tidak lebih murah daripada biaya pembangunannya, maka pada praktiknya seringkali ongkos penyediaan ini ditarifkan menurut jumlah volume air yang disediakan. Pada kondisi seperti inilah air berubah menjadi barang ekonomi.

Pada perkembangan terakhir, timbulnya kesadaran bahwa bukan hanya manusia yang memerlukan air, tetapi juga lingkungan di sekitar (hewan, tumbuhan, penyerap panas, dsb.) maka timbul pula kesadaran bahwa eksploitasi besar-besaran terhadap sumber daya air akan merusak lingkungan hidup dan menghentikan keberlanjutan tersedianya sumber daya air. Status air kemudian berubah lagi menjadi barang ekologis yang juga harus dimanfaatkan dengan bijak agar kita dapat mewariskan bumi dalam keadaan baik kepada generasi mendatang.

Persepsi Islam terhadap air tidak berbeda dengan persepsi umat manusia pada umumnya. Meski air merupakan barang yang dipakai untuk bersuci, tetapi air di dalam Islam tidak dianggap sebagai barang suci secara sakral. Dari aspek praktis, air adalah untuk dimanfaatkan dengan cara yang bijak dan,

tentunya, dengan mengedapankan kemaslahatan secara umum. Ajaran Islam tentunya telah pula mengatur perilaku umatnya dalam menghadapi keterbatasan air, karena Islam diturunkan di tanah Arab yang kering. Tetapi terbatasnya ketersediaan air tidak boleh menyebabkan orang Islam menjadi sangat ketakutan sehingga menyebabkan dia menjadi tamak dan rakus. Dalam keadaan berlebih ataupun kurang hendaknya air (dan apa pun) menjadi sarana untuk berbuat amal kebajikan. Islam juga memerintahkan umatnya untuk memanfaatkan sumber daya dengan bijak seraya tetap menjaga keberlanjutannya, baik secara langsung maupun tidak, misalnya dengan melarang mengotori sumber air dan anjuran menanam pohon. Memang, perintah khusus untuk menjaga sumber daya air (alam) dan lingkungan tidak secara eksplisit ditegaskan, tetapi apabila umat Islam mengerjakan perintah-perintah Allah dan Rasul-Nya, akan terbentuk akhlak yang diharapkan Islam, seperti adil, jujur, *qanā‘ah*, zuhud, pemurah, dan sejenisnya. Ini tidak akan bertentangan dengan kepentingan kemanusiaan, lingkungan, dan tatanan alam pada umumnya, bahkan ia menjadi hal yang sangat menguntungkan, baik bagi kehidupan sosial maupun bagi keberlanjutan sumber daya (air ataupun sumber daya alam lainnya), baik untuk masa kini maupun masa mendatang.

وَّاَنْ لَّوِ اسْتَقَامُوْا عَلَى الطَّرِيْقَةِ لَاَسْقَيْنٰهُمْ مَّاۤءً غَدَقًاۙ

Dan sekiranya mereka tetap berjalan lurus di atas jalan itu (agama Islam), niscaya Kami akan mencurahkan kepada mereka air yang cukup. (al-Jinn/72: 16)

END NOTE:

1. Wahbah bin Muṣṭafā az-Zuḥailī, ***At-Tafsīr al-Wasīṭ***, Damaskus: Dārul-Fikr, 1422 H, j. 1, h. 639.
2. Muḥammad Ṭāhir bin 'Āsyūr, ***At-Taḥrīr wat-Tanwīr,*** Tunis: Ad-Dār at-Tūnisiyah lin-Nasyr, 1994, j. 21, h. 241.
3. Tim Tafsir Universitas Al-Azhar, ***Tafsīr al-Muntakhab***, j. 2, he. 407.
4. Wahbah bin Muṣṭafā az-Zuḥailī, ***At-Tafsīr al-Wasīṭ***, Damaskus: Dārul-Fikr, 1422 H, j. 3, h. 2391.
5. Abū Ḥafṣ Sirājuddīn 'Umar bin 'Alī an-Nu'mānī, ***Tafsīr al-Lubāb***, j. 7, h. 387.
6. Walter Munk, "Gelombang Laut", ***Ilmu Pengetahuan Populer***, Grolier International, Inc. Ed. 10, j. 3, h. 141.
7. Joel W. Hedgpeth, "Lautan", ***Ilmu Pengetahuan Populer***, Grolier International, Inc. Ed. 10, j. 3, h. 131.
8. Asy-Syaukānī, ***Tafsīr Fatḥul-Qadīr,*** j. 4, h. 208.
9. Abul-Qāsim Maḥmūd bin 'Amr bin Aḥmad az-Zamakhsyarī, ***Al-Kasysyāf,*** j. 3, h. 341.
10. Syihābuddīn Maḥmūd al-Ālūsī, ***Rūḥul-Ma'ānī fī Tafsīril-Qur'ān al-'Aẓīm was-Sab'il-Maṡānī***, j. 9, he. 194.
11. Muḥammad bin Muḥammad bin Muṣṭafā Abus-Su'ūd, ***Irsyādul-'Aql as-Salīm ilā Mazāyal-Kitāb al-Karīm***, j. 1, he. 147.
12. Lihat Surah al-Isrā'/17: 85.
13. Gleick. H.P., ***Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs. Water International,*** IWRA-USA, 1996, h. 83-92.
14. Lihat kisah Yusuf pada Surah Yūsuf/12: 46 dan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tim Penyusun, 2004. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Departemen Agama Republik Indonesia, Jakarta.
2. Tim Penyusun, 2009. Pelestarian Lingkungan Hidup. Tafsir Al Qur'an Tematik. Lajnah Pentashihan Al Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI. Jakarta.
3. Tim Penyusun, 2010. Penciptaan Bumi dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi). Lajnah Pentashihan Al Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI. Jakarta.
4. Abdurrahman M., 2007. Eko Terorisme, Membangun Paradigma Fikih Lingkungan. Kerjasama Pemerintah Kota Bandung – Bandung.

5. Abu Hafs Sirajuddin ‘Umar ibn ‘Ali al-Nu’mani, *Tafsir al-Lubab*, juz 7, h. 387.
6. Abu Al-Qasim Mahmud ibn ‘Amr ibn Ahmad al-Zamakhsyari, *Al-Kasysyāf*, juz 3, he. 341.
7. Black P.E., 1996. Watershed Hydrology, Lewish Publishers, London
8. Budiman A., A.J. Arief dan E.N. Sambas, 2007. Membaca Gerak Alam Semesta Mengenali Jejak Sang Pencipta. LIPI Press – Jakarta.
9. Budiman A., 2007. Menyelami Kedalaman Hakikat Ilmu Pengetahuan: Pengetahuan Sarat Nilai dalam Memahami dan Melestarikan Lingkungan. LIPI Press – Jakarta.
10. Dajoz R., 1985. Précis d’écologie, 5e édition. Dunod Université. Paris.
11. Derbyshire E., K.J. Gregory, J.R. Hails, 1979. Studies in Physical Geograpfy: Geomorphological Processes.Butterworths - London
12. Dunne, T., Leopold, L.B. (1978). *Water in Environmental Planning*, W.H.Freeman and Company, San Fransisco, USA
13. El-Naggar Z., 2010. Ayat-ayat Cosmos dalam Al Qur’anul Karim: Selekta dari Tafsir, jilid I s/d III. Shourouk Int. Bookshop publ., Jakarta.
14. Hoekstra A.Y, A.K Chavagain, M.M. Aldaya, M.M. Mekkonen, 2009. Water Footprint Manual, state of the art 2009. Water footprint network. Enschede, the Netherlands.
15. Joel W. Hedgpeth, “Lautan”, *Ilmu Pengetahuan Populer*, Grolier International, Inc. Ed. 10, jil. 3, hal. 131.
16. Krauskoff K.B., 1982. Introduction to Geochemistry. Mc Graw Hill book Company, London.
17. LudwigF., P. Kabat, H.van Schalk, V.d. Valk, 2009. Climate Change Adaptation in the Water Sector. Earthscan publ. London – Sterling VA.
18. Muhammad ibn Muhammad ibn Mushthafā Abū al-Su’ūd, *Irsyad al-‘Aql al-Salim ila Mazaya al-Kitab al-Karrm*, juz 1, he. 147.
19. Robert S. Kandel, 2003. Water From Heaven, The story of Water from the Big Bang to the Rise of Civilization. Cambridge Unv. Press.
20. Sidle R.C., A.J. Pearce, C.L. O’loughlin, 1985. Hillslope Stability and Land Use. American Geophysical Union, Washington D.C.
21. Sutardi, 2003. Status Lingkungan Hidup Indonesia tahun 2003. Direktorat Jenderal Sumberdaya Air, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah RI – Jakarta.

22. Al-Syaukani, *Tafsir Fath al-Qadir*, juz 4, he. 208.
23. Syihabuddin Mahmud al-Alusi, *Ruh al-Ma'anī fī Tafsir al-Qur'an al-'Azhīm wa al-Sab' al-Matsan*i, juz 9, he. 194.
24. Tim Tafsir Universitas Al-Azhar, *Tafsīr al-Muntakhab*, juz 2, he. 407
25. UNDP Indonesia, 2007. Sisi Lain Perubahan Iklim, Mengapa Indonesia harus beradaptasi untuk melindungi rakyat miskinnya. UNDP Indonesia – Jakarta
26. Wikipedia.org, Ensiklopedia bebas.
27. Wahbah ibn Mushthafa al-Zuhaili, *At-Tafsir al-Wasith li al-Zuhaili*, Damaskus: Dar al-Fikr, 1422H, juz 1, h. 639
28. Walter Munk, "Gelombang Laut", *Ilmu Pengetahuan Populer*, Grolier International, Inc. Ed. 10, jil. 3, hal. 141.

INDEKS

A

بسم الله الرّحمن الرّحيم

تنـدا تصحيح

NO: P.VI/1/TL.02.1/787/2011
Kode: A5H-III/U/0,01/VII/2011

لـجـنه فنـتـصحيحن مصحف القرأن كمنتريان اكام ريفوبليك اندونيسـيا تلـه منـتصحيح اية-اية القرأن دالم تفسير اية كونية دڠن تيـما "اير دالم فرسفكتف القرأن دان سينس" يڠ دتربتكن اوله لجنه فنتصحيحن مصحف القران بادن لتبڠ دان ديكلت كمنتريان اكام ريفوبليك اندونيسيا.

دچتاك : س ف. اليا كوسوما فردانا، جاكرتا

اكورن : ١٧,٥ X ٢٥ س م

جاكرتا، ٢٢ رمضان ١٤٣٢ هـ

٢٢ اكوستوس ٢٠١١ م

تيم فلاكسنا فنـتـصحيحن مصحف القرأن

كتوا

حاج محمد صاحب طهر

سكرتاريس

دكتور حاج احسن سخاء محمد